
خرائط
الطقس والمناخ
دكتور
محمد إبراهيم محمد شرف
استاذ المناخ التطبيقي
كلية الآداب - جامعة الاسكندرية
دار المعرفة الجامعية
٤٠ ش سوتير - الأزاريطة - ت : ٤٨٧٠١٦٣
٣٨٧ ش قنال السويس - الشاطبي ت: ٥٩٢٣١٤٦


دار المعرفة الجامعية
طبع نشر توزيع


دار المعرفة الجامعية
طبع نشر توزيع

خرائط الطقس والمناخ

دكتور

محمد إبراهيم محمد شرف

أستاذ المناخ التطبيقي

كلية الآداب - جامعة الإسكندرية

٢٠٠٩

دار المعرفة الجامعية

٤٠ ش سوتير - الأزاريطة ت: ٤٨٧٠١٦٢

٢٨٧ ش قنال السويس - الشاطبي ت ٥٩٧٢٤٤٦

محمد إبراهيم محمد شرف
خرائط الطقس والمناخ
تصنيف ديوي الدولي
رقم الايداع ٢٠٠٤/٢٠٤٦٠
الترقيم الدولي I.S.B.N ٩٧٧-٢٧٣-٢٧٧-٧

دار المعرفة الجامعية
للطبع والنشر والتوزيع

• الإدارة: ٤٠ شارع سوتير - الأزاريطة - الإسكندرية
ت: ٤٨٧٠١٦٣

• الفرع: ٣٨٧ شارع قنال السويس - الشاطبي - الإسكندرية
ت: ٥٩٢٣١٤٦

خرائط الطقس والمناخ

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ إنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالأَرْضِ وَاخْتِلافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِمَا يَنفَعُ النَّاسَ وَمَا أَنزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِن مَّاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِن كُلِّ دَابَّةٍ وَتَصْرِيفِ الرِّيَاحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالأَرْضِ لآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ‹١٦٤› ﴾

صدق الله العظيم

(سورة البقرة ١٦٤)



إهـــداء

إلي.. زوجتــي

مقدمـــة

يعد الغلاف الجوى أحد الأغلفة الحيوية على كوكب الأرض، فهو يحفظها من قذائف الأشعة الكونية ومن الشهب الملتهبة ويبدد جزء كبير من احجام كتل النيازك المتجهة اليها، ويرشح الطاقة الشمسية فتستقبلها الأرض بنسب نافعة تجعلها دافئة مضيئة، وهو مركباً غازياً يؤثر في سطح الأرض ويتأثر به، فتدخل غازاته طرفاً أساسياً فى عمليات التنفس والتمثيل الضوئى وتحلل المواد العضوية، وتنتقل فى دورات طبيعية تحقق التوازن بينه وبين سطح الأرض، فتتشكل الظواهر الجوية كمحصلة للانتقالات فى الطاقة، وللعمليات الطبيعية المتبادلة بينه وبين سطح الأرض.

وتأخذ العناصر الجوية مثل الحرارة، الضغط الجوى، الرياح، التبخر، الرطوبة، التكاثف، التساقط وغيرها صفات يمكن قياسها وتسجيلها على شكل بيانات رقمية يستعان بها فى وصف حالة الجو، فإذا وصفت حالة الجو اعتماداً على البيانات المسجلة خلال ساعات، أو يوم، أو أسبوع (فترة قصيرة) عرف ذلك بأحوال الطقس Weather، وإذا وصفت حالة الجو اعتماداً على متوسط البيانات المسجلة خلال الشهر أو الفصل أو السنة أو عدة سنوات (فترة طويلة) عرف ذلك بأحوال المناخ Climate، ويعنى ذلك أن مناخ منطقة معينة هو تجميع احصائي لخصائص الطقس السائدة بها.

Meteorology دراسة الظواهر الجوية بالغلاف الجوى، ولكل منهما منهجه فى الدراسة، فعلم المناخ يعتمد أساساً على قيم متوسطات العناصر الجوية فى حين يعتمد علم الارصاد الجوية على القيم الحقيقية لتلك العناصر، ويهتم علم المناخ بتعريف القيمة الجغرافية للظاهرات الجوية من خلال تفسير العلاقة المتبادلة بين مظاهر سطح الأرض والظواهر الجوية وتوزيع الأنماط المناخية المتنوعة على سطح الأرض، فى حين يعتمد علم الأرصاد على القوانين الطبيعية والكيميائية والديناميكية فى تفسير الظواهر الجوية وتوقع خصائصها. ورغم هذا

التميز الواضح بين علم المناخ وعلم الأرصاد الجوية فلا يستبعد حدوث تداخل بينهما.

ويحتاج العامة والباحثون والمخططون والمعماريون والمهندسون والزراعيون والملاحون والمتنقلون وغيرهم إلى التعرف على حالة الجو، فهو يتدخل فى جميع أحوالهم واهتماماتهم، فيؤثر فى راحتهم ومستوى أنشطتهم، فبالنسبة للعامة فحالة الجو تحدد جداول أعمالهم، أنواع ملابسهم، أماكن مقابلاتهم وعقد اجتماعاتهم وممارسة رياضاتهم وقضاء أجازاتهم وغيرها من متطلبات الحياة، وبالنسبة للمتخصصين فهم يحتاجون إلى بيانات جوية دقيقة يعتمدون عليها عند اعداد دراساتهم ومشاريعهم لكى يحددوا مواقعها، ونوع وطراز مبانيها، وامتداد واتساع طرقها بما يتناسب مع الظروف الجوية السائدة، وبالنسبة للمزراعين والملاحين والمتنقلين فهم يحتاجون إلى بيانات جوية تحذرهم من الاخطار الجوية التى يمكن أن يتعرضون لها مثل الموجات الحارة أو الباردة والصقيع، الشابورة والضباب، والعواصف الترابية، مرور الأعاصير وحدوث عواصف البرق والرعد وسقوط البرد، وغيرها من الانحرافات الجوية.

ونتيجة لأهمية العلاقة بين الظروف الجوية السائدة وأشكال الحياة والنشاط البشرى على سطح الأرض تصدر مراكز الارصاد الجوية المنتشرة فى جميع أنحاء العالم – وهى مراكز متخصصة فى رصد وتسجيل عناصر الغلاف الجوى – النشرات والتقارير الجوية التى تشرح وتحلل حالة الجو، وتصدر أيضاً مجموعة من الشفرات واللوحات والخرائط للمتخصصين لكى يستخلصوا منها أحوال الجو وعلاقتها بالمتغيرات البيئية المحيطة. ويتم اعداد نشرات وتقارير وشفرات ولوحات وخرائط الطقس والمناخ بأسس علمية وطرق قياسية بيانية ورياضية معينة إعتماداً على بيانات العناصر الجوية المجمعة من عدد كبير جداً من مراكز الأرصاد الجوية، أو جميعها فى حالة اعداد الدراسات الجوية لسطح الأرض كاملاً. ويتطلب ذلك التعاون والتنسيق المستمر بينها، والإلمام بتلك الأسس والمعايير التى يتم على أساسها أعداد تلك النشرات والتقارير والأساليب الكارتوجرافية المتبعة فى إخراج لوحات وخرائط الطقس والمناخ.

ويهدف هذا الكتاب إلى تحقيق ثلاثة أهداف أساسية: الأول، التعريف بعناصر الغلاف الجوى وطرق رصدها على سطح الأرض، وداخل الغلاف الجوى، ومن مسافات بعيدة باستخدام الأقمار الاصطناعية، وهو ما تتناوله موضوعات الباب الأول من الكتاب، أما الثانى، فهو التعرف على كيفية التعامل مع بيانات الأرصاد الجوية من حيث قراءتها ومعرفة مدلولها والطرق الكارتوجرافية المستخدمة فى تمثيل بياناتها وهو ما تتناوله موضوعات الباب الثانى، أما الأخير فهو إعداد نماذج وخرائط الطقس والمناخ واستخلاص النشرات والتقارير منها.

وتكمن أهمية موضوع هذا الكتاب فى اعتباره أحد المتطلبات العلمية الأساسية لدراسى الجغرافيا، المناخ، الأرصاد الجوية، والمهتمين والمتخصصين بشئون الطقس والمناخ فهو يوفر لهم المعلومات الأساسية لفهم ورصد وتسجيل وتفسير وتحليل معلومات الطقس والمناخ بأسس علمية حاولنا أن يكون أسلوب عرضها أبسط ما يكون، واعتمدنا فى ذلك على مصادر حقيقية للأرصاد الجوية ودراسات تطبيقية حديثة، وكذلك على مرئيات الأقمار الاصطناعية المتخصصة فى رصد عناصر المناخ.

ولا ندعى كمالاً فالكمال لله وحده، وأحمد الله عز وجل على توفيقه لى لاتمام هذا العمل الذى طالما تمنيت انجازه، وأساله أن يعم به النفع.

والله ولى التوفيق

الاسكندرية فى ديسمبر ٢٠٠٤م

أ.د محمد إبراهيم محمد شرف

الفصل الأول

عناصـــر الجـــو

- مقدمة.
- الغلاف الجوي.
- الاشعاع الشمسي.
- درجة الحرارة.
- الضغط الجوي.
- الرياح.
- الرطوبة النسبية.
- التكاثف.
- التساقط.
- الكتل الهوائية.
- الاعاصير.
- ضد الاعصار.

الباب الأول

عناصر الجو وطرق رصدها

مقدمة ..

يغلف كوكب الأرض غلافاً غازياً عديم اللون – يرتبط بالأرض بفعل الجاذبية الأرضية– يعرف بالغلاف الجوى The Atmosphere، وهو نتاج عمليات فيزيائية وكيميائية طويلة بدأت منذ نشأة الكرة الأرضية.

وينقسم الغلاف الجوى إلى مستويين رئيسيين تبعاً لطبيعة المكونات الغازية لكل منهما، المستوى الأول: يتحدد من مستوى سطح البحر وحتى إرتفاع حوالى ٨٠ كيلو متراً وتتصف مكوناته الغازية بأنها مختلطة أو متجانسة ويسمى الهوموسفير Homosphere، أما المستوى الثانى: يوجد أعلى المستوى الأول ويمتد حتى نهاية الغلاف الجوى (عشرة آلاف كيلو متر فوق مستوى سطح البحر تقريبا) وتتصف مكوناته الغازية بأنها غير مختلطة أو غير متجانسة ويسمى Heterosphere.

ويتكون هواء طبقة الهوموسفير من مجموعة من الغازات المختلطة تتوزع بنسب مختلفة يوضحها الجدول التالى رقم (١).

جدول رقم (١)

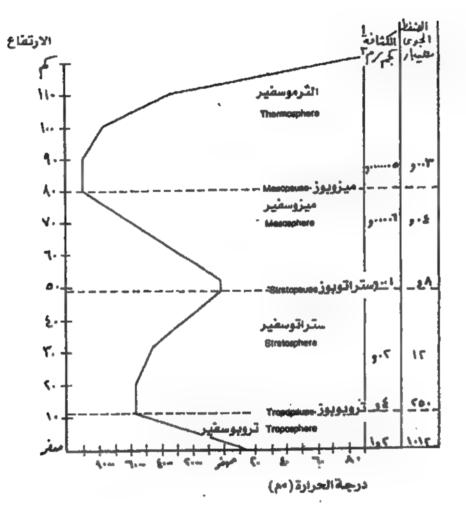
توزيع نسب الغازات المكونة للغلاف الجوي في طبقة الهوموسفير

الغاز	الجزئ	نسبته من إجمالي حجم الهواء (٪)	درجة التركيز جزء في المليون
نيتروجين	N_2	٧٨,٠٨٤	٧٨٠٨٤٠,٠
أكسجين	O_2	٢٠,٩٤٦	٢٠٩٤٦٠,٠
أرجون	Ar	,٩٣١٣	٩٣١٣,٠
ثانى أكسيد الكربون	Co_2	,٠٣٧	٣٧٠,٠
نيون	Ne	,٠٠١٨٢	١٨,٢
هيليوم	He	,٠٠٠٥٢٤	٥,٢٤
ميثان	CH_4	,٠٠٠١٧	١,٧(عام ١٩٩٣)
كريبتون	Kr	,٠٠٠١١٤	١,١٤
هيدروجين	H_2	,٠٠٠٠٥	,٥
أكسيد النيتروز	No	,٠٠٠٠٣٠٥	,٣٠٥ (عام ١٩٩٥)
أوزون	O_3	,٠٠٠٠٠٥	,٠٥ (عام ١٩٩٥)
اجزينون	Xe	,٠٠٠٠٠٩	,٠٩

ويتضح من تتبع أرقام الجدول رقم (١) أن النسبة الأكبر من حجم الهواء فى طبقة الهوموسفير تتشكل من غازى النيتروجين والأكجسين (٩٩,٠٣ ٪ من حجم الهواء) فى حين تتوزع النسبة الباقية (٠,٩٧ ٪) على باقى الغازات المكونة للغلاف الجوى.

ويتكون هواء طبقة الهتروسفير من أربع طبقات متتالية تترتب حسب كثافتها ويفصلها عن بعضها مناطق انتقالية، ويشكل غاز النيتروجين الطبقة الأولى الدنيا ثم يعلوها الأكسجين، الهليوم، ثم الهيدروجين.

وينقسم الغلاف الجوى إلى أربعة مستويات تبعاً للتغير الرأسى فى درجة حرارة الهواء فى كل منها، يوضحها الشكل التالى رقم (١).



شكل رقم (١) التغير الحراري في طبقات الغلاف الجوي

ويتضح من الشكل رقم (١) الذى يعبر محوره الرأسى عن قيم الارتفاع عن مستوى سطح البحر بالكيلومتر، ومحوره الأفقى عن قيم درجة حرارة الهواء بالدرجات المئوية ما يلى:

١- تنخفض درجة الحرارة بالارتفاع بعيداً عن سطح البحر وحتى ارتفاع ١٣كم فى المتوسط خلال الطبقة الأولى التى تعرف بالتروبوسفير Troposhere ويرجع السبب فى انخفاض درجة الحرارة بالارتفاع إلى البعد عن سطح الأرض مصدر الأشعة الحرارية، وإلى انخفاض كمية المواد العالقة وكمية بخار الماء بالارتفاع بعيدا عن سطح الأرض وهما عاملان يساعدان فى رفع درجة حرارة الهواء، وإلى انخفاض كثافة الهواء بالارتفاع مما يساعد على انخفاض طاقته الحركية وانخفاض حرارته.

٢- تثبت درجة الحرارة من نهاية التروبوسفير وبداية الطبقة الثانية التى تعرف بالاستراتوسفير Stratosphere حتى ارتفاع ٢٠كم فى المتوسط ثم تزداد تدريجيا حتى نهاية الاستراتوسفير (٥٠ كيلو متراً فوق سطح البحر)، ويرجع السبب فى ارتفاع درجة الحرارة بالارتفاع داخل طبقة الاستراتوسفير الى احتوائها على طبقة غاز الأوزون الذى يقوم بامتصاص الأشعة فوق البنفسجية خلال العمليات الضوئية الكيميائية المكونة لجزيئاته ثم يطلقها على شكل طاقة حرارية فترتفع الحرارة.

٣- تثبت درجة الحرارة بالارتفاع من نهاية الاستراتوسفير وبداية الطبقة الثالثة التى تعرف بالميزوسفير Mesosphere حتى ارتفاع ٥٢ كم فى المتوسط ثم تنخفض تدريجيا حتى نهايتها (٨٠ كيلو متر فوق سطح البحر).

٤- ترتفع درجة الحرارة تدريجيا من نهاية الميزوسفير وبداية الطبقة الرابعة التى تعرف بالثرموسفير Thermospher حتى نهاية الغلاف الجوى (عشرة آلاف كيلو مترفوق سطح البحر تقريباً، ويرجع السبب فى ارتفاع درجة الحرارة بالارتفاع هنا الى عملية تأين جزئيات كل من غاز النيتروجين والاكسجين بواسطة الاشعاع الشمسى الذى يجرد ذرات النيتروجين والاكسجين من الإلكترونات تاركاً كل منهم كأيونات لها شحنات موجبة.

وتحتوى طبقة التروبوسفير على نحو ٨٠٪ من حجم الغلاف الجوى، كما

أنها الطبقة الوحيدة التى تحتوى على بخار الماء والمواد العالقة، ويعد مستواها الأدنى (يمتد من مستوى سطح البحر وحتى ارتفاع ثلاثة كيلو مترات) اكثر طبقات الغلاف الجوى اضطراباً حيث تحدث فيه معظم الظاهرات الجوية التى تتحكم فى توزيع خصائص المناخ على سطح الأرض.

الاشعاع الشمسي The Sun Shine

تعد الطاقة الشمسية الاساس الذى تقوم عليه جميع أشكال الحياة على كوكب الأرض، ويقود كل دورات كل من الغلاف الجوى، والغلاف المائى واليابس، فجميع العمليات المناخية المؤثرة فى سطح الأرض هى محصلة الانتقالات فى الطاقة الشمسية من الشمس نحو الأرض على مدار السنة، والمرتدة من الأرض نحو الغلاف الجوى.

وينقسم الاشعاع الشمسى إلى ثلاثة أنواع رئيسية حسب المدى الطيفى لكل نوع، الأول: هو مجموعة الاشعة فوق البنفسيجة Ultraviolet Radiation (UV)، وأشعة اكس X Rays، وأشعة جاما Gamma Rays. وتمثل كميتها نحو ٩ ٪ من اجمالى الاشعاع الشمسى. والثاني: الاشعة المرئية visible light وتمثل كميتها نحو ٤٥ ٪ من اجمالى الاشعاع الشمسى، والثالث: الاشعة الحرارية (تحت الحمراء) Infrared Radiation وتشكل نحو ٤٦ ٪ من اجمالى الاشعاع الشمسى.

ويتعرض الاشعاع الشمسى أثناء رحلته إلى سطح الأرض للانعكاس Reflection، أو التشتت والتبعثر Scattering، أو الامتصاص Obsorption بواسطة الغازات والسحب والمواد العالقة وفى النهاية يصل الجزء المتبقى منه الى سطح الأرض. وفى حالة انعكاس الأشعة تسمى النسبة بين مقدار الاشعة المنعكسة من سطح ما واجمالى الأشعة الواصلة اليه بتعبير الألبيدو Albedo ويعبر عنها الصيغة التالية:

$$\text{نسبة الألبيدو} = \frac{\text{مقدار الاشعة المنعكسة من سطح ما}}{\text{مقدار الاشعة الواصلة الى السطح نفسه}} \times ١٠٠$$

ويعد السطح عالي الألبيدو عندما يعكس كمية كبيرة من الاشعة الشمسية الواصلة اليه وهذا يحدث في الأسطح فاتحة اللون والعكس صحيح.

وأوضحت قياسات الاقمار الاصطناعية المناخية أن نحو ٤٩ ٪ من الاشعاع الشمسي المتجه نحو الأرض يفنى داخل الغلاف الجوى وأن ما يصل إلى سطح الأرض ويؤثر فيه هو ٥١ ٪ من الاشعاع الشمسى المتجه اليه. ثم تتحول تلك النسبه إلى اشعاع حرارى ينبعث من سطح الأرض نحو الغلاف الجوى ويسمى بالاشعاع الأرضى Terresterial Radiation.

وتقدر كمية الطاقة الشمسية الواصلة إلى كل سم٢ من سطح الأرض بنحو ١,٩٥ كالورى جرام فى الدقيقة الواحدة، وتعادل هذه الكمية نحو ١٣٩٢ وات لكل متر مربع، ويسمى ذلك ثابت الاشعاع ويتم حساب اجمالى كمية الطاقة الشمسية الواصلة الى سطح الأرض بالصيغة التالية:

اجمالى كمية الطاقة الشمسية الواصلة لسطح الأرض = ١٣٩٢ وات × ط نق٢

= ١٠ ^١٢^ × ١٧٧٥٠٢ وات.

وتستهلك تلك الكمية من الطاقة الشمسية فى العمليات الطبيعية على سطح الأرض مثل التحول الحرارى، صور تكاثف بخار الماء، التساقط، الرياح، التيارات المائية، التمثيل الكلوروفيلى، تحلل المواد العضوية، حركة المد والجزر، تدفق المياه الجوفية الحارة، تكون الوقود الاحفورى، الطاقة الذرية، طاقة الجاذبية على سبيل المثال لا الحصر.

وتتباين شدة الاشعاع الشمسى وطول فترة سطوعه على سطح الأرض تبعا لاختلاف زاوية سقوط الاشعة الشمسية على سطح الأرض، والى اختلاف طول النهار على مدار العام بسبب اختلاف وضع الأرض بالنسبة للشمس خلال دورة الأرض السنوية حول الشمس.

درجة الحرارة The Temperature

تتكون المادة من ذرات أو جزئيات تكون فى حركة دائمة تعرف بالطاقة الحركية Kinetic Energy للذرة أو الجزىء المكون للمادة، وتعرف الحرارة Heat بأنها كمية الطاقة الحركية فى الذرة الواحدة أو الجزىء الواحد للمادة، ولا تتحرك الذرات أو الجزئيات بنفس السرعة فى كل وقت فتتباين الطاقة الحركية لها وبالتالى حرارتها، وتعرف درجة الحرارة Temperature بأنها مقياس يحدد متوسط كمية الطاقة الحركية للذرة الواحدة أو الجزىء الواحد.

ويتم التعبير عن درجة الحرارة بثلاثة مقاييس أساسية، فالشائع هو المقياس المئوى Celsius Scale أو الدرجة المئوية (° م) وهو مقياس رقمى مقسم إلى ١٠٠ درجة تبدأ من درجة تجمد الماء وهى الصفر المئوى وينتهى عند درجة غليان الماء وهى ١٠٠°م.

وتستخدم مجموعة قليلة جداً من دول العالم من بينها الولايات المتحدة الأمريكية المقياس الفرنهيتى Fahrenheit Scale (° ف) وهو مقسم إلى ١٨٠ درجة تبدأ من درجة تجمد المياه وهى ٣٢ °ف، وتنتهى عند درجة غليان الماء وهى ٢١٢° ف.

أما المقياس الأخير فهو مقياس هام ومفيد يسمى مقياس كلفن Kelvin (° ك) وهو يبدأ من درجة الصفر المطلق Absolute Zero وهى الدرجة التى تتوقف عندها حركة جزئيات المادة (لاينتج عندها حرارة) وهى تعادل -٢٧٣,١٥°م (-٤٥٩,٦٧°ف) وأى جسم له درجة حرارة أكبر من الصفر المطلق يعنى أنه يقوم بنقل الطاقة الحركية إلى البيئة المحيطة به على شكل موجات حرارية تتحرك بسرعة الضوء وتبعاً لهذا المقياس فان درجة تجمد المياه تكون ٢٧٣,١٥ درجة مطلقة ودرجة غليان الماء تكون ٣٧٣,١٥° مطلقة.

وفى حالة الرغبة فى تحويل المقياس المئوى إلى المقياس الفرنهيتى يتم التحويل عن طريق النسبة بين عدد وحدات كل منهما، فتكون النسبة بينهما ١٠٠ : ١٨٠ على الترتيب، أو ٥ : ٩ على الترتيب. ولأن المقياس الفرنهيتى يتزحزح بمقدار ٣٢ وحدة بالنسبة للمقياس المئوى فيؤخذ ذلك فى الاعتبار عند التحويل على النحو التالى:

الدرجة الفرنهيتية (°ف) = (٩ ÷ ٥ × الدرجة المئوية) + ٣٢

الدرجة المئويـــة (°م) = ٥ ÷ ٩ (الدرجة الفرنهيتية – ٣٢)

وفى حالة الرغبة فى تحويل المقياس المئوى إلى المقياس المطلق (كلفن) يضاف ٢٧٣,١٥ الى الدرجة المئوية.

وتتباين درجة حرارة الهواء زمانياً على مدار اليوم الواحد، وعلى مدار شهور السنة كنتيجة طبيعية لتباين الاشعاع الشمسى المرتبط بحركة دوارن الأرض حول محورها يومياً، وحركة دوران الأرض حول الشمس سنوياً، وينتج عن ذلك دورة يومية لدرجة الحرارة موزعة على ساعات اليوم الواحد، وأخرى سنوية موزعة على شهور السنة.

وتتباين درجة الحرارة من منطقة الى اخرى أو من مكان الى آخر على سطح الأرض، تبعاً لتباين طبيعة سطح الأرض من يابس أو ماء، اختلاف مناسيب سطح الأرض، تنوع الغطاء النباتى، بالاضافة الى تباين التضاريس، وامتداد الغطاءات الجليدية، ونشاط الثورانات البركانية، وحركة التيارات البحرية، وتسرب حرارة باطن الأرض من خلال الشقوق والفوالق والينابيع والحفر وغيرها من العوامل المكانية التى لايمكن حصرها.

الضغط الجوى The Pressure

يعرف الضغط الجوى بأنه وزن عمود الهواء (الذى يمتد من الحد العلوى للغلاف الجوى وحتى سطح الأرض) فوق كل سنتيمتر مربع على سطح الأرض، ويعد الضغط الجوى عاملاً بيئياً هاماً يؤثر فى حياة الكائنات الحية فهو

ينظم عملية دفع الهواء داخل اجسامها (التنفس)، وفى توزيع حركة الهواء الرأسية والأفقية على سطح الأرض (الرياح)، وهذا بدوره يشارك فى توزيع درجة الحرارة على سطح الأرض، وتوزيع كمية بخار الماء، وحركة السحب، وبالتالى التساقط، ويدل ذلك على أهمية الضغط الجوى وأثره على النظام البيئى على سطح الأرض.

وينخفض سمك الغلاف الجوى بالارتفاع عن مستوى سطح البحر، وكذلك تتناقص الغازات الثقيلة التى تدخل فى تركيب الهواء ويصبح أقل وزناً (ضغطاً)، ولهذا السبب يكون الضغط الجوى أكبر ما يمكن عند سطح البحر وينخفض تدريجياً بالارتفاع رأسياً بعيداً عن سطح الأرض.

ويؤثر انخفاض الضغط الجوى بالارتفاع رأسياً بعيداً عن مستوى سطح البحر سلباً على صحة الانسان ومعيشته فيؤدى انخفاض الضغط الجوى الى انخفاض كمية الاكسجين الداخلة الى الدم عبر الرئتين، ويصاب الإنسان بما يعرف بدوار الجبل على ارتفاع يتراوح بين ٣٠٠٠ مترا، ٤٥٠٠ متراً فوق مستوى سطح البحر وهو يسبب الضعف والصداع ونزيف الأنف.

كما يؤثر انخفاض الضغط الجوى بالارتفاع في المركبات الجوية وبخاصة الطائرات فيجب أن يتعادل الضغط الجوى داخل الكابينة مع مثيله عند مستوى سطح البحر طوال فترة رحلة الطيران ويتطلب ذلك تعديل قيمة الضغط الجوى أثناء صعود الطائرة أو هبوطها باستمرار.

ويتباين توزيع الضغط الجوى من مكان إلى آخر على سطح الأرض تبعا للتباين الأفقى فى درجة الحرارة والتوزيع الجغرافى وكمية بخار الماء فى الجو، وحركة تقابل الهواء أفقياً وصعوده إلى أعلى أو تشعبه أفقيا وهبوطه الى أسفل. فالهواء الدافىء يشكل ضغطاً أقل من مثيله الذى يسببه الهواء البارد. كما أن زيادة بخار الماء فى الهواء تؤدى إلى انخفاض وزن الهواء وانخفاض ضغطه، ويرتفع الضغط الجوى عند اندفاع الهواء هابطاً من طبقات الجو العليا نحو سطح

الأرض، وينخفض الضغط الجوى عند صعود الهواء إلى أعلى بعيدا عن سطح الأرض.

ويتباين توزيع الضغط الجوى على سطح الكرة الأرضية تبعاً لتباين العوامل المؤثرة فيه، فتتحدد سبعة نطاقات للضغط الجوى على سطح الأرض، أربعة منها للضغط الجوى المرتفع، وثلاثة نطاقات للضغط المنخفض موزعة كالتالى:

١- نطاق الضغط المنخفض عند الدائرة الاستوائية.

٢- نطاق الضغط المرتفع حول دائرة عرض ٣٠° شمالاً.

٣- نطاق الضغط المرتفع حول دائرة عرض ٣٠° جنوباً.

٤- نطاق الضغط المنخفض حول دائرة عرض ٦٠° شمالاً.

٥- نطاق الضغط المنخفض حول دائرة عرض ٦٠° جنوباً.

٦- نطاق الضغط المرتفع فوق القطب الشمالى.

٧- نطاق الضغط المرتفع فوق القطب الجنوبى.

ويتم التعبير عن قيمة الضغط الجوى بالمليبار وهو يعادل ٠٠١, من البار، ويعادل ١٠٠٠ داين/سم٢ [1].

الرياح The Wind

تتباين كثافة الهواء فى الغلاف الجوى بسبب تباين حرارته ومن ثم يتحرك الهواء أفقياً ورأسياً، فالرياح هى الهواء المتحرك الذى ينشأ بفعل التباين الأفقى والرأسى فى كثافة الهواء والضغط الجوى.

ويتحرك الهواء رأسياً فيكون صاعداً عند مناطق الضغط المنخفض، وهابطاً عند مناطق الضغط المرتفع، ويتحرك الهواء أيضاً أفقياً فوق سطح الأرض من

---

(١) الداين هو مقدار القوة اللازمة لتحريك جرام واحد من المادة مليمتر واحد فى الثانية.

مناطق الضغط المرتفع نحو مناطق الضغط المنخفض، ومن الصعب الفصل بين حركة الهواء الأفقية وحركته الرأسية فهما يشتركان معاً فى آلية واحدة تعرف بالدورة الهوائية العامة على سطح الأرض.

وتتباين سرعة الرياح على سطح الأرض تبعا لتباين الفارق فى الضغط الجوى بين النطاق الذى تتحرك منه الرياح نحو النطاق الآتية إليه الرياح، وهو ما يعرف بمعدل انحدار الضغط الجوى الذى يتم حسابه بالصيغة التالية:

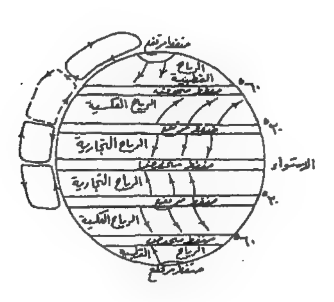
$$\text{معدل انحدار الضغط الجوى (ملليبار / كم)} = \frac{\text{الفارق فى الضغط الجوى بين نقطتين (ملليبار)}}{\text{المسافة بين النقطتين (كم)}}$$

وينشأ عن دوران الكرة الأرضية حول محورها من الغرب الى الشرق وانتقال الرياح من نطاقات الضغط المرتفع نحو نطاقات الضغط المنخفض أن تنحرف الرياح نحو الشرق فى حالة انتقالها من دائرة عرض ذات محيط أكبر الى دائرة عرض ذات محيط أصغر، وتنحرف الرياح نحو الغرب فى حالة العكس. كما تؤثر قوى الاحتكاك بين الرياح ومظاهر سطح الأرض مثل التضاريس، المسطحات المائية، الاشكال النباتية، المبانى وغيرها على سرعة واتجاه الرياح فتنخفض سرعتها ويتغير اتجاهها فى حالة اعتراض أى من تلك المظاهر للرياح، كما تؤثر قوة الجذب المركزية التى تبلغ أقصاها عند الدائرة الاستوائية وتنخفض تدريجيا بالاتجاه نحو القطبين تؤثر فى حركة الرياح وبخاصة عند تحركها بشكل دائرى فى حالة حدوث الأعاصير أو إضداد الأعاصير.

* وتبعاً لتباين توزيع العوامل المؤثرة فى سرعة واتجاه الرياح تتباين أنظمة الرياح على سطح الأرض، فتتحرك الرياح من نطاق الضغط المرتفع حول دائرة عرض ٣٠° شمالاً نحو نطاق الضغط المنخفض عند الاستواء فى اتجاه شمالى شرقى، وتتحرك الرياح من نطاق الضغط المرتفع حول دائرة عرض ٣٠° جنوبا نحو نطاق الضغط المنخفض عند الاستواء فى اتجاه جنوبى شرقى، والرياح فى كلا النطاقين تسمى الرياح التجارية The Trade Winds وتتحرك

الرياح من نطاق الضغط المرتفع حول دائرة عرض ٣٠° شمالاً نحو نطاق الضغط المنخفض حول دائرة عرض ٦٠° شمالاً في اتجاه جنوبي غربي، ومن نطاق الضغط المرتفع حول دائرة عرض ٣٠° جنوباً نحو نطاق الضغط المنخفض حول دائرة عرض ٦٠° جنوباً في اتجاه شمالي غربي، والرياح في كلا النطاقين تسمى الرياح العكسية The Westerlies.

وتتحرك الرياح من نطاق الضغط المرتفع فوق القطب الشمالي نحو نطاق الضغط المنخفض حول دائرة عرض ٦٠° شمالاً في اتجاه شمالي شرقي، ومن نطاق الضغط المرتفع فوق القطب الجنوبي نحو نطاق الضغط المنخفض حول دائرة عرض ٦٠° جنوباً في اتجاه جنوبي شرقي، والرياح في كلا النطاقين تسمى الرياح القطبية The Polar Winds. ويطلق على الرياح التجارية



شكل رقم (٢) توزيع نطاقات الضغط الجوي وحركة الهواء على سطح الكرة الأرضية

والعكسية والقطبية إسم الرياح الدائمة أو المنتظمة وذلك بسبب انتظام هبوبها على مدار العام بين نطاقات الضغط الجوى الموزعة على سطح الكرة الأرضية شكل رقم (٢).

وينشأ نظام رياح موسمى نتيجة التباين الفصلى فى الضغط الجوى بين اليابس والمسطحات المائية المجاورة فى المناطق المدارية وبخاصة فوق المساحات الواسعة من اليابس التى تحاط بمسطحات مائية واسعة كما هو الحال فى قارتى آسيا وأفريقيا فتتحرك الرياح من نطاق الضغط المرتفع الذى يكون متمركزاً فوق المحيطات صيفا وفوق اليابس المجاور شتاءً نحو نطاق الضغط المنخفض الذى يكون متمركزاً فوق اليابس صيفاً وفوق المحيطات شتاءً فيتبدل اتجاه الرياح بين فصول السنة وتتباين خصائصها تبعاً للجهة الآتية منها وهو ما يعرف بالرياح الموسمية Monsoon Winds.

وتنشأ أنظمة هوائية محلية يقتصر تأثيرها فى مواقع محددة من سطح الأرض تنشأ نتيجة التباين فى درجة حرارة اليابس والماء خلال النهار أو الليل ويكون من محصلة ذلك تباين انحدار الضغط الجوى بين اليابس والماء خلال النهار أو الليل، فيتحرك الهواء أفقيا من البحر إلى اليابس أثناء فترة النهار ويعرف ذلك بنسيم البحر Sea Breeze، ومن اليابس إلى البحر أثناء الليل ويعرف ذلك بنسيم البر Land Breeze.

فى حين تنشأ دورة هوائية محلية أخرى يقتصر تأثيرها على طول المنحدرات الجبلية للأودية الجافة تحدث نتيجة التباين فى درجة حرارة المنحدر وبطن الوادى خلال النهار أو الليل، فيتحرك الهواء صاعداً المنحدرات نحو القمة أثناء فترة النهار ويسمى بنسيم الوادي Valley Breeze، ويتحرك هابطاً فوق المنحدرات الجبلية نحو بطون الأودية أثناء الليل ويسمى بنسيم الجبل Mountain Breeze.

الرطوبة النسبية Humidity

يتحول الماء من حالته السائلة بالمسطحات المائية المالحة أو العذبة الى

الحالة الغازية (بخار الماء) داخل الغلاف الجوى بواسطة عملية التبخر Evaporation التى تحدث فى أى درجة حرارة ولكنها تنشط كلما ارتفعت درجة الحرارة وزادت سرعة الرياح، وأيضا يتحول الماء الموجود فى اجسام النبات الى بخار ماء يدخل الغلاف الجوى بواسطة عملية النتحTranspiration ، وكلتا العمليتين التبخر / النتح Evapotranspiration تتحددان معاً وتتحكمان فى نسبة بخار الماء الموجود فى الجو التى تعرف بالرطوبة النسبية.

وتتباين معدلات التبخر على سطح الأرض تبعاً لتباين مساحة المسطحات المائية ودرجة حرارة سطح الأرض وسرعة الرياح ورطوبتها، وتباين مساحة الغطاء النباتى. وتظهر أعلى معدلات التبخر فى العروض الدنيا وتكون المعدلات على اليابس أقل من مثيلتها على المحيطات، ثم تنخفض معدلات التبخر تدريجيا بالاتجاه نحو القطبين وهو الاتجاه نفسه الذى ينخفض معه صافى الاشعاع الشمسى، وتزيد معه نسبة الألبيدو، وتتناقص معه درجة حرارة الهواء وكمية الاشعاع الحرارى الأرضى والذاتى للغلاف الجوى.

ويتباين توزيع الرطوبة النسبية على سطح الأرض تبعاً لتباين معدلات التبخر وتوزيع كمية بخار الماء الموجود بالهواء، فهى تكون أقل ما يمكن عند القطبين وفوق النطاقات الصحراوية الجافة، وتكون الرطوبة النسبية أعلى مايمكن فوق نطاقات العروض الدنيا وبخاصة فوق المسطحات المائية والنطاقات الساحلية منها.

ويمكن أن ترتفع الرطوبة النسبية حتى يصبح الهواء مشبعاً ببخار الماء وعندها تبلغ الرطوبة النسبية ١٠٠٪ وهو الحد الأعلى لكمية بخار الماء التى يمكن أن يتحمل بها الهواء عند درجة الحرارة المسجلة فى هذه الحالة، وتسمى هذه الحالة بالتشبع الهوائي **Saturation of The Air**، وتسمى درجة الحرارة المسجلة فى هذه الحالة بنقطة الندي **Dew Point**. فإذا انخفضت درجة الحرارة إلى أقل من نقطة الندى تبدأ عملية التكاثف ويتحول بخار الماء إلى الصورة

السائلة إذا كانت نقطة الندى أعلى من الصفر المئوى، وإلى الصورة الصلبة (الثلج) إذا كانت نقطة الندى أقل من الصفر المئوى وتعرف فى هذه الحالة بنقطة الصقيع Frost Point.

ويتم وصف رطوبة الجو بصيغ مختلفة تتناول العلاقة بين كمية بخار الماء وكمية الهواء الذى يحتوى عليه ونوع هذا الهواء كونه جافاً أو مشبعاً ببخار الماء، ويتم حساب تلك العلاقة كالآتى:

$$١ - \text{الرطوبة النوعية} = \frac{\text{كمية بخار الماء}}{\text{كمية الهواء المحتوى عليه (هواء جاف + بخار الماء)}} \times ١٠٠$$

$$٢ - \text{الرطوبة المطلقة} = \frac{\text{وزن بخار الماء (جرام)}}{\text{حجم الهواء المحتوى عليه (متر مكعب)}}$$

$$٣ - \text{الرطوبة النسبية} = \frac{\text{ضغط بخار الماء فى الهواء}}{\text{ضغط بخار الماء فى الهواء نفسه فى حالة}} \times ١٠٠$$

$$= \frac{\text{الرطوبة المطلقة للهواء}}{\text{الرطوبة المطلقة للهواء فى حالة التشبع}} \times ١٠٠$$

التكاثف Condensation

وهو تحول بخار الماء من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة عندما تنخفض درجة حرارة الهواء إلى أقل من نقطة الندى وعندما تتوفر نوايات التكاثف من جسيمات الغبار الجوى والمواد العالقة حيث تجذب هذه الجسيمات جزئيات بخار الماء فى الهواء وتتجمع فوقها مكونة قطرات مائية صغيرة أو بلورات ثلجية تبعاً لدرجة حرارة نقطة الندى.

ويحدث التكاثف فى مستويات متباينة من الغلاف الجوى، فيحدث فوق سطح الأرض ومحتوياته مباشرة وهو ما يعرف بالندي Dew، الصقيع Frost، ويحدث على مستويات قريبة من سطح الأرض وهو ما يعرف بالضباب Fog،

ويحدث على مستويات بعيدة من سطح الأرض وهو ما يعرف بالسحب Cloud.
ويظهر الندى على هيئة قطرات مائية تتكاثف فوق سطح الأرض والأجسام الصلبة، أما الصقيع فيظهر على هيئة بلورات ثلجية تتكاثف فوق سطح الأرض والاجسام الصلبة عندما تنخفض درجة حرارة نقطة الندى إلى دون الصفر المئوى. ويظهر الضباب على شكل قطرات مائية دقيقة متطايرة فى الهواء تسبب انخفاض مدى الرؤية، وهذا يحدث فى ليالى الشتاء ذات الليل الطويل والخريف فوق المناطق المنخفضة من اليابس مثل السبخات، أودية الانهار ويسمى بالضباب الاشعاعي Radiation Fog، ويحدث فى الربيع على سواحل البحار والمحيطات وبداخلها فيعرف بضباب اليابس Land Fog عندما يكون فوق اليابس، وضباب البحر Sea Fog عندما يكون فوق البحار والمحيطات.
ويحدث الضباب أيضا فى جميع فصول السنة عند مرور الجبهات أثناء حركة الأعاصير ويسمى ضباب الجبهات Frontal Fog، ويحدث فى فصل الشتاء عند هوامش الغطاءات الجليدية ويسمى ضباب العروض العليا Arctic Fog.

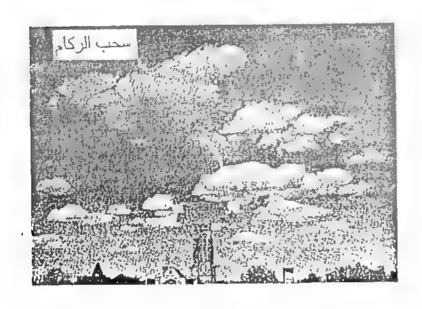
وتظهر السحب على ارتفاعات كبيرة تصل إلى نحو ١٢ كيلو متر فوق سطح البحر، وهى كتل من قطرات مائية أو بلورات ثلجية أو منهما معاً يحملها الهواء المتحرك وهى تتباين فى الشكل والحجم والارتفاع، فتأخذ شكل الركام Cumulus أو الأكوام أو القباب أو الأبراج وتكون بيضاء اللون لها شكل نبات القرنبيط فى الأجزاء العليا منها ولها قاعدة مستقيمة، كما تظهر على شكل طبقة Stratus متصلة تأخذ اللون الرمادى، كما تظهر على شكل خيوط وشعيرات ممتدة أفقيا أو على هيئة أقواس تسمى السمحاق Cirrus – شكل رقم (٣).
وتتباين السحب وتختلط أشكالها مكونة مجموعة من الأنواع تصنف حسب الارتفاع على النحو التالى:

أولا- السحب المرتفعة High clouds

يتراوح ارتفاع قواعدها بين ٦، ١٣ كم فوق مستوى سطح البحر وتنقسم إلى:







شكل رقم (٢) أنواع السحب

١- سحب السمحاق (Ci) Cirrus

٢- السمحاق الركامى (Cc) Cirrocumulus

٣- السمحاق الطبقى (Cs) Cirrostratus

ثانياً.. السحب متوسطة الارتفاع Middle clouds

يتراوح ارتفاع قواعدها بين ٢، ٦ كيلو مترات فوق مستوى سطح البحر وتنقسم إلى:

١- ركام متوسط الارتفاع (Ac) Altocumulus

٢- طبقى متوسط الارتفاع (As) Altostratus

٣- مزن طبقى (Ns) Nimbostratus

ثالثاً.. السحب المنخفضة Low clouds

ينخفض ارتفاع قواعدها الى أقل من كيلو مترين فوق مستوى سطح البحر وتنقسم الى:

١- سحب الركام (Cu) Cumulus

٢- السحب الطبقية (St) Stratus

٣- سحب الركام الطبقى (Sc) Stratocumulus

٤- سحب المزن الركامى (Cb) Cumulonimbus

التساقط Precipitation

هو أحد مراحل الدورة المائية على سطح الأرض وفيه تعود المياه فى حالتها السائلة أو الصلبة من الغلاف الجوى إلى سطح الأرض مرة أخرى بعد أن تركت سطح الأرض نحو الغلاف الجوى بواسطة عملية التبخر.

وتعد كل من سحب المزن الطبقى (Ns) Nimbostratus، وسحب المزن الركامى (cb) Cumulonimbus أهم مصادر التساقط حيث يسقط منها معظم التساقط الذى يصل إلى سطح الأرض. وتحدد درجة الحرارة طبيعة التساقط من

ماء أو ثلج، ويحدد حجم جزيئاته الرطوبة الجوية وكمية بخار الماء فى الجو، ويحدد شدة التساقط نوع السحب فالسحب الركامية تغطى مساحات صغير وتنتج قطرات كبيرة وتساقط شديد فى فترة قصيرة، والسحب الطبقية تغطى مساحات كبيرة وتنتج قطرات صغيرة وتساقط خفيف فى فترة طويلة، ويظهر التساقط على أشكال مختلفة فهو على شكل قطرات مائية تتساقط بشدة ويعرف بالمطر **Rain**، وعلى شكل بللورات ثلجية ويعرف بالثلج **Snow**، ويكون على هيئة قطرات مائية دقيقة جداً تتساقط ببطء شديد على سطح الأرض ويسمى الرذاذ **Drizzle**، أو على شكل رذاذ متجمد **Freezing Drizzle** عندما تنخفض درجة الحرارة إلى دون الصفر المئوى، ويكون على شكل حبيبات ثلجية تتكون من آلاف البللورات الثلجية ويسمى بالبرد **Hail**.

ويتباين التساقط تبعاً لاسباب حدوث سقوطه فيعرف بالتساقط التصاعدى Convectional Precipitation حين يرتبط سقوط المطر بتيارات الهواء الدافىء الصاعدة، وبالتساقط التضاريسي Orographic Precipitation عندما يرتبط باعتراض التضاريس لحركة السحب، ويعرف بالتساقط الإعصارى Cyclonic Precipitation حين يرتبط بمرور الاعاصير.

ويصاحب حدوث التساقط بعض الظواهر البصرية المرتبطة بانعكاس أو انكسار الأشعة الضوئية عند اختراقها قطرات المياه أو بلوررات الثلج أثناء سقوطها الى سطح الأرض مثل الهالات الضوئية التى تحيط بالشمس أو القمر التى تعرف بالهالة Halo، أو الكورونا Coronae، والجلوريا Glorie، ومثل قوس قزح Rainbow الذى يظهر على هيئة قوس تتدرج فيه ألوان الطيف السبعة.

ويصاحب حدوث التساقط من سحب المزن الركامى عواصف البرق والرعد Thunderstorms وأهم ما يميزها هو روية البرق (ضوء قوى مفاجىء) وسماع الرعد (صوت قوى مفاجىء) بشكل متقطع، ويصاحب العاصفة سقوط حبات البرد وتتباين شدة العاصفة فتكون أحياناً خطرة على الحياة على سطح الأرض حين تشتد سرعة الرياح وتتساقط أمطار غزيرة يصاحبها حبات برد كبيرة، أو عندما تصل صاعقة البرق إلى سطح الأرض.

وتتباين نطاقات سطح الأرض فى كونها نطاقات ممطرة أو جافة، وفى حالة ما اذا كانت ممطرة فهى تتباين فى موسمية سقوط المطر، ونوعه، ومدته، وكميته وشدته. وتؤثر مجموعة من العوامل المكانية وغير المكانية فى تلك المتغيرات، فالعوامل المكانية مثل الموقع بالنسبة للمسطحات المائية، تباين تضاريس سطح الأرض، والعوامل غير المكانية مثل الاشعاع الشمسى، درجة الحرارة، الضغط الجوى، الرياح، وتكون الاعاصير.

الكتل الهوائية Air Masses

عندما يمكث الهواء ويستقر (مدة لا تقل عن يومين) فوق مساحة واسعة من سطح الأرض (مئات الآلاف من الكيلومترات المربعة) تتشابه فيها الخصائص الجغرافية وطبيعة الغلاف الجوى ويتوازن الهواء مع تلك الخصائص مكوناً نطاقاً هوائياً متجانساً من حيث معدلات الاشعاع، درجة الحرارة، التبخر، الرطوبة النسبية، صور التكاثف ومعدلاته، كمية السحب وأنواعها، ويعرف هذا النطاق الهوائى المتجانس بالكتلة الهوائية Air mass ويعرف النطاق الأرضى الذى تعلوه الكتلة الهوائية بالاقليم المصدر Source regions.

وتعد كل من النطاقات الأرضية مثل شمال أوراسيا المغطاة بالجليد، والمسطحات المائية المحيطية، والصحارى الحارة فى شبه الجزيرة العربية وشمال أفريقيا نطاقات مناسبة لتشكيل الكتل الهوائية.

وتتباين الكتل الهوائية فى خصائصها المناخية تبعاً لتباين خصائص السطح فى الاقليم المصدر، فهى باردة جداً وجافة وتتميز بالانعكاس الحرارى فوق النطاقات الجليدية، وتكون معتدلة الحرارة ومرتفعة الرطوبة فوق المحيطات، وحارة جداً ومنخفضة الرطوبة جداً فوق الصحارى الحارة، وتكتسب الكتل الهوائية خصائصها المناخية عن طريق عمليات التبادل والاختلاط الرأسى بينها وبين سطح الأرض المستقرة فوقه فكلما زادت مدة مكوثها فوقه زاد تأثرها بصفاته، وكلما كان سطح الأرض واسعاً مبسطاً متجانس التركيب تكونت كتل هوائية متجانسة وقوية والعكس صحيح.

وتتحرك الكتل الهوائية بعد فترة استقرارها تاركة أقاليم مصدرها حاملة

معها خصائصها المناخية التى اكتسبتها منها، وتمر أثناء تحركها بأقاليم لها خصائص مناخية مختلفة عن التى تحملها فتتعدل خصائصها وبخاصة الطبقة الهوائية السفلى المتصلة بسطح الأرض وينتج عن ذلك تباين رأسى فى خصائصها تؤثر فى حالة استقرار الطقس السائد.

وينتج عن حركة الكتل الهوائية أن تتقابل الكتل الهوائية وتختلط ببعضها، مما يؤدى إلى تشكل ظواهر مناخية هامة مثل الأعاصير cyclones واضداد الأعاصير Anticyclones وهى ظاهرات مسئولة عن تشكيل المناخ على سطح الكرة الأرضية، ولها آثار بيئية هامة.

أنواع الكتل الهوائية

يتم تصنيف الكتل الهوائية تبعاً لثلاثة عناصر أساسية، يوضحها الجدول التالى رقم (٢) ونستعرضها فيما يلى:

جدول رقم (٢) تصنيف الكتل الهوائية وخصائص كل منها على سطح الأرض

الكتلة الهوائية	الرمز	الاقليم المصدر	الخصائص	متوسط درجة الحرارة م	متوسط الرطوبة النوعية جرام/كجم
المحيط الشمالي والقارة الجنوبية	cA	المحيط المتجمد الشمالي وقارة	باردة جداً- جافة جداً	-٤٦	١ر
قطبية قارية	cP	أنتاركتيكا القارات في عروض	باردة - جافة	-١١	١ر٤
قطبية بحرية	mP	٥٠°-٦٠° شمالاً المحيطات في عروض	باردة - رطبة	٤	٤ر٤
مدارية قارية	cT	٥٠°-٦٠° شمالاً وجنوبا القارات في عروض	حارة - جافة	٢٤	١١
مدارية بحرية	mT	٢٠°-٣٠° شمالا وجنوبا المحيطات في عروض	حارة - رطبة	٢٤	١٧
استوائية بحرية	mE	٢٠°-٣٠° شمالا وجنوبا	حارة - رطبة جداً	٢٧	١٩

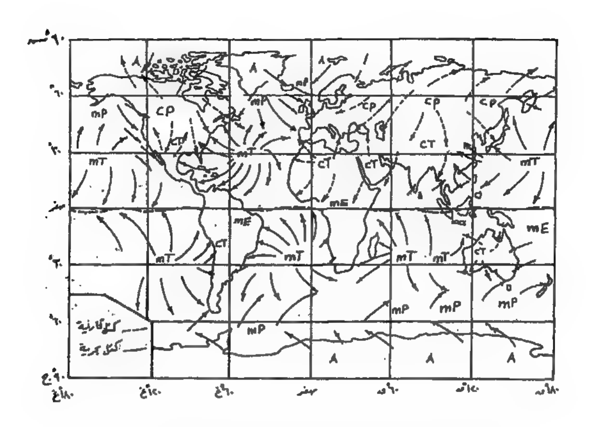
الأول: تبعاً للموقع الفلكي لأقاليم المصدر، فتسمى قطبية Polar في العروض العليا ويرمز لها بالرمز (P)، وتسمى مدارية Tropical في العروض الدنيا ويرمز لها بالرمز (T)، الثاني: تبعا لطبيعة السطح الذي تتكون فوقه، فتكون قارية Continental فوق القارات ويشار لها بالرمز (c) ويوضع إلى يسار حرف اسم المصدر، وتكون بحرية Maritime ويشار لها بالرمز (m) ويوضع إلى يسار حرف اسم المصدر، والثالث: تبعا لحركتها، فإذا كانت الكتلة الهوائية أبرد من السطح الذي تتحرك فوقه، تعرف بأنها باردة غير مستقرة Cold Unstable Mass ويضاف في هذه الحالة إلى رمزها حرف (k) إلى يمين حرف اسم المصدر، وإذا كانت الكتلة الهوائية أدفأ من السطح الذي تتحرك فوقه فتعرف بأنها حارة مستقرة Warm Stable Mass ويضاف إلى رمزها حرف (w) إلى يمين حرف اسم المصدر. ويتفرع من الكتل الهوائية القطبية كتلة هوائية تنشأ فوق المحيط المتجمد الشمالي وقارة أنتاركتيكا الجنوبي Arctic Air Mass تأخذ الرمز (CA)، ويتفرع من الكتل المدارية كتل هوائية تنشأ فوق المحيطات التي يقطعها خط الاستواء Equatorial Air Mass وتأخذ الرمز (mE)، ونستعرض فيما يلي دراسة أنواع الكتل الهوائية وتوزيعها على سطح الكرة الأرضية شكل رقم (٤).

أولا: الكتل الهوائية القطبية Polar Air Mass (P)،

وتشمل الكتل الهوائية فوق المحيط المتجمد الشمالي وقارة أنتاركتيكا (cA)، كتل هوائية قطبية قارية (cP) تتكون فوق القارات بين دائرتي عرض ٥٠، ٦٠ درجة شمالاً، كتل هوائية قطبية بحرية (mP) تتكون فوق المحيطات بين دائرتي عرض ٥٠، ٦٠ درجة شمالاً وجنوباً.

ثانيا- الكتل الهوائية المدارية Tropical Air Mass (T)

وتشمل كتل هوائية مدارية قارية (cT) تتكون فوق القارات، كتل هوائية مدارية بحرية (mT)تتكون فوق المحيطات وكلاهما يتوزع بين دائرتي عرض ٢٠°، ٣٠°شمالاً وجنوباً، كتل هوائية استوائية بحرية (mE) تتكون فوق المسطحات المحيطية التي يقطعها خط الاستواء.



شكل رقم (٤) التوزيع الجغرافي للكتل الهوائية على سطح الأرض

ولا تمكث الكتل الهوائية فوق أقاليم مصدرها إلى الأبد، ولكنها تتحرك عند حدوث أى تغير فى توزيع الضغط الجوى تاركة الاقليم المصدر وتحمل معها خصائصها التى اكتسبتها منه متجهة إلى أقاليم أخرى، وخلال عملية تحركها تمر على أسطح تختلف فى خصائصها عن خصائص الاقليم المصدر فتتأثر بها وتتعدل صفاتها وبخاصة فى الطبقة السفلية منها، ويترتب على ذلك حدوث اضطرابات هوائية رأسية وبخاصة إذا تحركت فوق سطح أدفأ وهواء أقل كثافة منها.

الجبهات الهوائية Air Fronts

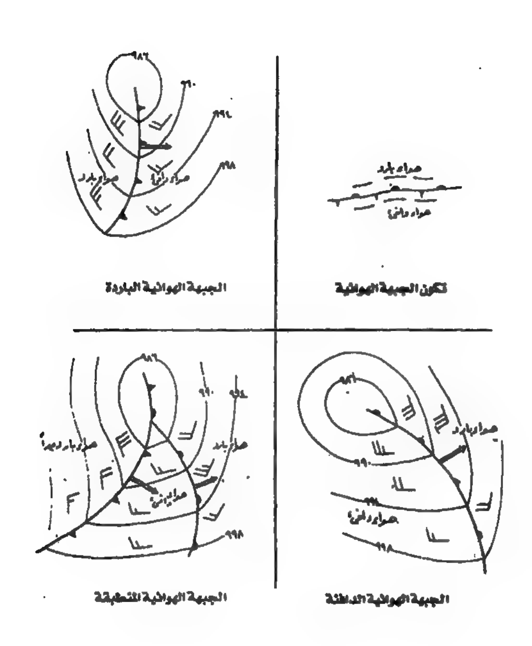
تتحرك الكتل الهوائية من أقاليم المصدر نحو أقاليم أخرى تستقر فوقها كتل هوائية أخرى لها خصائص مناخية أخرى، فتتحرك كتل هوائية باردة نحو نطاقات أدفأ فتتقابل مع كتل هوائية دافئة ولا تختلط الكتلتان غير المتجانستان حراريا بسهولة نتيجة لاختلاف كثافة كل منهما (بسبب التباين

الحرارى بينهما) فتتكون بينهما منطقة انتقالية تسمى الجبهة الهوائية Air Front شكل رقم (٥).

وتتباين حالة الطقس فوق الجبهات الهوائية تبعاً لتباين اتجاه الكتل المتقابلة أو المتلاحقة، والمدى الحرارى بينهما، فعندما تتقابل الكتل الهوائية القطبية الباردة جداً مع الكتل الهوائية القطبية الأقل برودة تتكون جبهة قطبية باردة جداً Arctic Front ولأن المدى الحرارى بينهما منخفض فيكون التغير فى الطقس صغيراً. وعندما تتقابل الكتل الهوائية القطبية مع الكتل الهوائية المدارية تتكون جبهة قطبية باردة Polar Front ولأن المدى الحرارى بين الكتلتين كبيراً يكون التغير فى الطقس كبيراً وعنيفا. وعندما تتقابل الكتل الهوائية المدارية مع الكتل الهوائية الاستوائية تتكون جبهة مدارية Intertropical Front، ولأن المدى الحرارى بين الكتلتين صغيراً يكون التغير فى الطقس صغيراً.

ويمكن تمييز أربعة أنواع من الجبهات الهوائية تتكون تبعاً لاتجاه وطبيعة تقابل الكتل الهوائية وتدفقها، فتعرف الجبهة الهوائية بأنها جبهة هوائية ثابتة Stationary Front فى حالة تجاور الكتل الهوائية القطبية مع الكتل الهوائية المدارية فى مستوى واحد بعد أن تفقد قدرتها على الحركة، وتعرف بأنها جبهة هوائية باردة Cold Front عندما تتقدم الكتل الهوائية القطبية الباردة لتحل محل الكتل الهوائية المدارية الدافئة، وتعرف بأنها جبهة هوائية دافئة Warm Front عندما تتقدم الكتل الهوائية المدارية الدافئة لتحل محل الكتل الهوائية القطبية الباردة، وتعرف بأنها جبهة هوائية منطبقة Occluded front عندما تتلاحق ثلاث كتل هوائية متباينة حرارياً وراء بعضها فتنحصر الكتلة الهوائية الدافئة بين الكتلة الهوائية الباردة فى المقدمة والكتلة الهوائية الباردة جداً فى المؤخرة.

ويتميز الطقس عند مرور الجبهة الباردة بالبرودة الشديدة، وظهور سحب المزن الركامى الناتجة بفعل تكاثف الهواء الدافئ فوق الهواء البارد مما يؤدى إلى سقوط أمطار غزيرة مصحوبة بعواصف البرق والرعد، وكلما كانت سرعة الجبهة بطيئة كلما استمر تكاثف السحب وسقوط الأمطار على مساحات واسعة.



شكل رقم (٥) أنواع الجبهات الهوائية

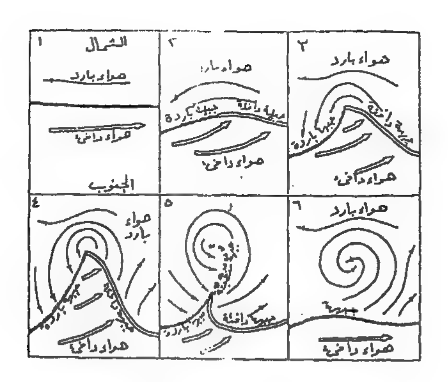
ويتصف الطقس عند مرور الجبهة الدافئة بالاستقرار نتيجة تقدم الهواء الدافئ أعلى الهواء البارد، ويبدأ فى التكاثف التدريجى فتظهر سحب السمحاق الرقيقة التى تتحول إلى السمحاق الطبقى، ثم إلى السحب الطبقية، فالمزن الطبقى وتسقط أمطار خفيفة، وفى أثناء الليل يتكاثف الضباب (ضباب الجبهات Frontal Fog) وبعد مرور الجبهة الدافئة ينخفض التكاثف إلى أدنى مستوياته فينتهى الضباب وتخلو السماء من السحب.

ويختلف الطقس عند مرور الجبهة المنطبقة تبعا لتباين درجة حرارة الكتل الهوائية الثلاثة المتلاحقة، فعندما يكون الهواء البارد فى المقدمة أقل برودة من الهواء البارد فى المؤخرة يرتفع الهواء الدافئ بينهما بعيداً عن سطح الأرض ويتشكل طقس مشابه تماماً لنظيره الذى يتشكل عند مرور الجبهة الدافئة. وفى حالة ما إذا كان الهواء البارد فى المقدمة أكثر برودة من الهواء البارد فى المؤخرة يتشكل طقس مستقر بارد جاف.

الأعاصير Cyclones

وتعرف بالانخفاضات الجوية Air Depressions وهى مراكز ضغط منخفض تدور حولها الرياح فى حركة ضد اتجاه عقرب الساعة فى نصف الكرة الشمالى، ومع اتجاه عقرب الساعة فى نصف الكرة الجنوبى، وتنشأ الأعاصير فى العروض المدارية نتيجة انخفاض الضغط الجوى جداً بسب ارتفاع درجة حرارة الهواء وانخفاض كثافته ونشاط تيارات الحمل الحرارى المتصاعدة، وتتكون الاعاصير فى العروض المعتدلة بسبب تقابل كتل هوائية غير متجانسة حرارياً، فتنشأ حركة دائرية للهواء ناتجة بفعل صعود الهواء الدافئ الأقل كثافة إلى أعلى وهبوط الهواء البارد الأعلى كثافة إلى أسفل، فينخفض الضغط الجوى فى منطقة تلاقى الكتلتين الهوائيتين بالمقارنة مع نهاياتها، وتتوقف سرعة دوران الهواء حول مركز الاعصار على معدل انحدار الضغط الجوى بين منطقة التلاقى (مركز الاعصار) وأطرافه النهائية.

وللإعصار دورة حياة تتوزع على عدة مراحل منذ بداية نشأته وحتى



شكل رقم (٦) مراحل تكون الاعصار (الانخفاض الجوي)

اضمحلاله، ويوضح الشكل رقم (٦) مراحل تكون الاعصار، ونستنتج من تتبعه مايلي:

١ – ينشأ الاعصار عندما تتقابل كتلتان هوائيتان متضادتان في الاتجاه، ومختلفتان بشكل كبير في درجة الحرارة.

٢ – تتكون جبهة هوائية انتقالية بين الكتلتان الهوائيتان تفصلهما، ويسود الهواء الدافئ في المقدمة، ويسود الهواء البارد في المؤخرة.

٣ – تتموج الجبهة الفاصلة بسبب اندفاع الهواء الدافئ إلى أعلى، واندفاع الهواء البارد إلى أسفل في اتجاه ضد حركة عقرب الساعة في نصف الكرة الشمالي وفي اتجاه مع حركة عقرب الساعة في نصف الكرة الجنوبي.

٤ – يزداد تموج الجبهة الفاصلة فتتعرض مؤخرة الاعصار لاندفاع الهواء البارد ليحل محل الهواء الدافئ فتتشكل الجبهة الباردة في المؤخرة، وبالمثل

تتعرض مقدمة الاعصار إلى اندفاع الهواء الدافئ إلى أعلى ليحل محل الهواء البارد فتتشكل الجبهة الدافئة فى المقدمة.

٥- ينحصر الهواء الدافئ بين الجبهة الباردة فى المؤخرة، والجبهة الدافئة فى المقدمة ويعرف بالقطاع الدافئ، ولأن سرعة الهواء البارد فى مؤخرة الانخفاض أكبر من سرعة الهواء الدافئ فى المقدمة، فإن القطاع الدافئ يضيق تدريجياً وتلحق الجبهة الباردة بالجبهة الدافئة وتتشكل الجبهة المنطبقة، ويستمر اندفاع الهواء البارد فى مؤخرة الانخفاض حتى يتصل مع الهواء البارد فى مقدمة الانخفاض ويندفع الهواء الدافئ كاملاً إلى أعلى مختلطا بالهواء البارد، وتسمى هذه المرحلة بمرحلة الانطباق Occlusion ويضمحل بعدها الاعصار.

وينحصر هبوب الأعاصير المدارية بين دائرتى عرض ١٠°، ٢٠° شمالاً وجنوباً وهى تنشأ فوق المحيطات المدارية وتتحرك فى مسارات منحنية نحو القارات فى اتجاه عام من الشرق إلى الغرب، فى حين ينحصر هبوب الأعاصير فى العروض المعتدلة بين دائرتى عرض ٣٥°، ٦٠ °شمالاً وجنوباً، وهى تتحرك فى اتجاه عام من الغرب إل الشرق، وفى كلتا الحالتين يتزحزح نطاقات الأعاصير شمالاً وجنوباً خلال فصول السنة متأثرة بتزحزح نطاقات الضغط الجوى الناتج بسبب انتقال تعامد الشمس بين مدار السرطان ومدار الجدى.

الظواهر الجوية المصاحبة لمرور الاعصار

يصحب مرور كل مرحلة من مراحل الاعصار ظواهر جوية مرتبطة بحجم وكمية الاختلاط بين الكتل الهوائية، ومساحة منطقة الجبهات الدافئة أو الباردة، ونستعرض فيما يلى تلك الظواهر.

١- يتصف الطقس بالاستقرار فى بداية تشكل الاعصار بسبب مرور الهواء البارد فى مقدمة الاعصار وانعدام وجود تيارات الحمل الحرارى المتصاعدة.

٢- ينخفض الضغط الجوى وترتفع درجة الحرارة عند مرور الجبهة الدافئة ويتغير اتجاه الرياح من الاتجاه الشرقى إلى الاتجاه الجنوبى، ويبدأ نشاط تيارات الحمل الحرارى الصاعدة فيتكاثف بخار الماء ويبدأ تشكل السحب

فتتشكل سحب السمحاق المرتفعة ويزداد تدفق الهواء الدافئ وتكاثفه فيزداد سمك السحب وينخفض ارتفاعها فتتحول إلى السحب الطبقية ثم إلى المزن الطبقي وتسقط أمطار متوسطة.

٣- بعد مرور الجبهة الدافئة يمر القطاع الدافئ ويستمر انخفاض الضغط الجوي وارتفاع درجة الحرارة ويتحول اتجاه الرياح إلى جنوبي غربي، ويزداد نشاط تيارات الحمل الحراري الصاعدة، وتتحول السحب إلى ركام منخفض الارتفاع وقد يصاحبها سقوط بعض الأمطار الخفيفة على شكل رخات.

٤- عند مرور الجبهة الباردة تنخفض درجة الحرارة ويتحول اتجاه الرياح إلى شمالية ثم إلى شمالية غربية وتزداد سرعتها ويزداد تكاثف السحب فتصبح ركام طبقي ثم مزن ركامي وتسقط الأمطار بغزارة وتحدث عواصف البرق والرعد ويسقط البرد، وتشتد سرعة الرياح الباردة.

٥- يتحسن الطقس فتنخفض سرعة الرياح وتتناقص كمية الرطوبة النسبية الأمطار ويبدأ في الاستقرار بعد مرور الجبهة الباردة، ويرتفع الضغط الجوي وتنخفض درجة الحرارة وينعدم وجود السحب وتصبح السماء صافية زرقاء وتسود حالة من الهدوء قبل أن يهب اعصار آخر.

وتتراوح فترة مرور الاعصار بين يوم واحد وأسبوع تبعا لكمية الهواء الدافئ وتدفقه ونشاط تيارات الحمل الحراري الصاعدة، وقد تتوالى الأعاصير بحيث تتصل نهاية الاعصار المنصرم مع بداية الاعصار المتقدم فتتكرر الأحوال الجوية المصاحبة للاعصار مرة أخرى مع الأخذ في الاعتبار عدم تشابه المدة الزمنية لمرور كل اعصار بسبب تباين حجم الكتل الهوائية وكمية الاختلاط بينها.

ضد الاعصار Anticyclone:

تعرف اضداد الأعاصير بالارتفاعات الجوية وهي مراكز ضغط مرتفع يدور حولها الهواء في اتجاه مع عقرب الساعة في نصف الكرة الشمالي، وضد اتجاه عقرب الساعة في نصف الكرة الجنوبي. وينحدر الضغط الجوي خلالها

بمعدلات منخفضة بالاتجاه من مراكزها نحو أطرافها، ولهذا تنخفض سرعة الرياح جداً وتتفرق من مراكزها نحو أطرافها الأدفأ والأقل كثافة.

وتنشأ اضداد الأعاصير فوق مناطق الضغط المرتفع حول دائرة عرض ٣٠°شمالاً وجنوباً عندما تتفرق الرياح التجارية فى اتجاه الاستواء، والرياح الغربية فى اتجاه الدائرة القطبية، وتنشأ أيضاً فوق القطبين حيث تنخفض درجة الحرارة جداً فوق الغطاءات الجليدية الدائمة، أو عندما تنخفض درجة الحرارة بشدة فوق اليابس، أو فوق سطح المحيطات عند مرور التيارات المائية الباردة، كما تنشأ اضداد الأعاصير بعد مرور الاعصار واضمحلاله وقبل مرور اعصار آخر. ويتصف الطقس الذى يصاحب اضداد الأعاصير بالاعتدال والاستقرار وهدوء حركة الرياح وانخفاض درجة الحرارة وصفاء السماء وزرقتها، وحدوث الصقيع ليلاً بسبب فقدان سطح الأرض للحرارة بسرعة أثناء الليل، ويندر تكون السحب وحدوث التساقط الذى يكون على شكل رذاذ ثلجى فى حالة حدوثه.

الرياح المحلية التي تنشأ عند مرور الأعاصير:

يصحب مرور الأعاصير نشأة بعض أنظمة الرياح المحلية التى تهب فوق مناطق محدودة من سطح الأرض فى فترات قصيرة، وتكتسب هذه الرياح بعض صفاتها من صفات المرحلة التى يكون عليها الاعصار، ومن الخصائص المكانية التى يمر فوقها الإعصار، فتكون الرياح حارة فى حالة هبوبها فى مقدمة الاعصار عند مرور الجبهة الدافئة، وتكون باردة فى حالة هبوبها فى مؤخرة الاعصار عند مرور الجبهة الباردة، وتكون محملة بالغبار والأتربة فى حالة هبوبها فوق النطاقات الصحراوية، وتكون رطبة فى حالة مرورها فوق المسطحات المائية، وتكون جافة فى حالة مرورها فوق اليابس.

ويمكن تقسيم الرياح المصاحبة لمرور الأعاصير إلى رياح حارة تهب فى مقدمة الاعصار وهى تكتسب حرارتها عند مرورهاعلى نطاقات حارة، وأخرى حارة تكتسب حرارتها عند مرورها على نطاقا ت جبلية وتنحدر على سفوحها، وإلى رياح باردة تهب فى مؤخرة الاعصار وتكتسب برودتها من ارتفاع الضغط الجوى واختفاء السحب وتبدد الاشعاع الأرضى فى الليالى الصافية .

الفصل الثاني

قياس عناصر الجـو

- مقدمة
- الرصد الجوي علي سطح الأرض
- أجهزة قياس عناصر الجو
  - قياس الاشعاع الشمسي
  - قياس درجة الحرارة
  - قياس الضغط الجوي
  - قياس الرياح
  - قياس التبخر
  - قياس الرطوبة النسبية
  - رصد السحب
  - قياس المطر
  - قياس الثلج
- الرصد الجوي داخل الغلاف الجوي

مقدمة:

ترتبط أنشطة متعددة بحالة الجو، وتكون فى حاجة مستمرة لمعرفة حالة الطقس لكى تحدد وظائفها تبعا لذلك، فقد تمثل حالة الطقس السائد عامل إيجابى أو سلبى على خصائص تلك الأنشطة، وتعد أنشطة مثل حركة الملاحة الجوية والبحرية وكذلك الحركة على الطرق البرية والسكك الحديدية كانت تجارية أو مدنية، وأنشطة شركات التعدين، وخدمات الأمن، وتحركات القوات المسلحة، من أكثر الأنشطة التى تحتاج باستمرار لمعرفة حالة الجو، ويساعد التعرف على أحوال الطقس فى التنبؤ بحدوث العواصف ورصد حركتها وإنذار المناطق التى تتحرك نحوها، وإنذار الطيارين لتجنبها، وكذلك قائدى السفن لعمل الاحتياطات اللازمة لها.

وتتشكل العناصر الجوية بسبب انتقالات الطاقة بين الشمس وسطح الأرض، وبين سطح الأرض والغلاف الجوى، ويكون من محصلة هذه الانتقالات فى الطاقة أن تأخذ العناصر الجوية مثل الحرارة، الضغط الجوى، الرياح، التبخر، الرطوبة، التكاثف، التساقط وغيرها صفات يمكن قياسها وتسجيلها على شكل بيانات رقمية يستعان بها فى وصف حالة الجو.

ويتم رصد عناصر الجو عن طريق مجموعة متنوعة من الأجهزة التى تقيس وتسجل خصائص عناصر الجو، وبعض هذه الأجهزة يحتاج إلى راصد يعدها للقياس ويقرأها فى أوقات معينة ويسجل القراءة فى جداول خاصة بكل عنصر من عناصر الجو مقروناً بوقت الرصد، وبعضها أجهزة ميكانيكية تقوم بتسجيل خصائص عناصر الجو آلياً على أوراق بيانية خاصة بكل عنصر وبشكل متواصل على مدار اليوم.

ومع انتشار تقنية الحاسبات الآلية ظهرت الأجهزة الالكترونية التى تقيس خصائص عناصر الجو باستخدام مستشعرات هوائية ثم تحولها إلى إشارات

إلكترونية تظهر على شاشة الحاسب الآلى على هيئة أرقام تدل على حالة كل عنصر من عناصر الجو، ويستمر القياس وتسجيل البيانات الكترونيا فى كل لحظة على مدار اليوم، ويتم تخزين هذه القراءات على الشرائط الممغنطة ثم معالجتها وإخراجها على هيئة جداول خاصة بكل عنصر.

ويتم رصد عناصر الجو فى محطات أرضية Surface Weather Observation موزعة على اليابس وداخل المسطحات المائية، ومن خلال الرصد داخل الغلاف الجوى نفسه Upper Air Weather باستخدام أجهزة الراديو ساوند Radiosondes على ارتفاع يبلغ اقصاه نحو ٣٠ كيلومترا فوق مستوى سطح البحر، ومن خلال الرصد بواسطة الأقمار الاصطناعية Weather Satellite على ارتفاعات تتراوح بين ٨٠٠، ٣٦٠٠٠ كيلومتراً فوق مستوى سطح البحر وفى جميع حالات الرصد يتم تجميع البيانات المرصودة لاستخدامها فى إعداد خرائط الطقس ثم تحليل تلك الخرائط وإعداد تقارير تصف حالة الطقس والتنبؤ بها ثم تنشر هذه المعلومات ليستفيد منها المستخدمين.

ولأن الغلاف الجوى محيط لا يتجزأ ولا يعرف الحدود بين الدول فرصد عناصره يحتاج إلى تعاون دولى، ولهذا السبب نشأت منظمة الارصاد الجوية العالمية World Meteorolgical Organization (WMO) ومقرها جنيف بسويسرا ويبلغ عدد أعضائها ١٨٧ دولة وإقليم.

ولقد وضعت منظمة الأرصاد الجوية العالمية معايير محددة لأوقات الرصد ووحدات القياس يلتزم بها جميع الأعضاء عند الرصد، وتتلقى المنظمة يومياً بيانات عن حالة الجو من حوالى ١٠٠٠٠ محطة أرضية، ونحو ٧٠٠٠ محطة بحرية محمولة على سفن خاصة موزعة فى البحار والمحيطات، ونحو ١٠٠٠ محطة جوية، بالإضافة إلى برامج التصوير الجوى بواسطة الطائرات والتصوير الفضائى بالأقمار الاصطناعية، ويتم تجميع تلك الأرصاد فى ثلاثة مراكز

عالمية للأرصاد الجوية، الأول يقع بمدينة واشنطن (العاصمة)، والثانى بمدينة موسكو، والثالث بمدينة ميلبورن باستراليا، حيث يتم فيها معالجة البيانات ورسم خرائط الطقس، ثم ترسل الخرائط إلى ٢٦ مركز أرصاد جوية إقليمى (تغطى العالم كله) ويتم فيها تفسير وشرح حالة الطقس السائدة فى إقليم كل مركز وتصدر تقرير يوزع على محطات الأرصاد الجوية المحلية، ويتم إعلانه بعد ذلك للعامة أو للمستخدمين.

الرصد الجوي علي سطح الأرض:

تقوم محطات الأرصاد الجوية الموزعة على اليابس وداخل المسطحات المائية بقياس عناصر المناخ وعمل تقارير الطقس التى تشمل الاشعاع الشمسى، درجة الحرارة، نقطة الندى، الضغط الجوى، نوع السحب، سرعة واتجاه الرياح، التبخر الرطوبة النسبية، نقطة الندى مدى الرؤية، التساقط، وتعد هذه التقارير كل ثلاث ساعات تبدأ من منتصف الليل تبعاً للتوقيت العالمى (جرنتش -Green wich Mean time (GMT))، وتقوم بعض محطات الأرصاد الجوية بعمل تلك التقارير كل ساعة وبخاصة المحطات التى تخدم الملاحة الجوية والبحرية ويستقبلها الملاحون قبل بداية الرحلة أو خلالها.

وتزود بعض محطات الأرصاد الجوية بأجهزة رادار تراقب حركة وشدة الأعاصير، وبخاصة أعاصير التورنادو أو الهيراكين، وعواصف البرق والرعد، ونطاقات سقوط المطر، حتى يتم تحذير السكان وكذلك الملاحة الجوية والبحرية منها وتزويدهم بمعلومات عن اتجاه حركتها لتلافى أخطارها.

أجهزة قياس عناصر الجو:

تتفق محطات الأرصاد الجوية على معايير واحدة ثابتة فى رصد عناصر الجو، ويستلزم ذلك استخدام أجهزة متشابهة أو معايرة تبعاً للمقاييس العالمية

الموحدة التى تصدرها منظمة الأرصاد الجوية العالمية، ولهذا لاتختلف محطات الأرصاد الجوية فى طبيعة الأجهزة التى توجد فى كل منها والارتفاعات التى يجب أن توضع عليها بالنسبة لمنسوب المحطة، واتجاه وضع كل جهاز بالنسبة لموقع المحطة، والأجهزة التى توضع فى الاماكن المكشوفة، أو المظللة، أو داخل مبنى المحطة، وفى عدد مرات الرصد التى تتم يومياً، وفى الطريقة التى يتم بها تسجيل البيانات، وفى موعد تبليغ هذه الرصدات إلى محطات التجميع الرئيسية لإعداد الخرائط والتقارير والنشرات الجوية التى تهم المستخدمين.

ونستعرض فيما يلى أهم الأجهزة المستخدمة فى رصد عناصر الجو من حيث التركيب وطريقة القياس والاستخدام الأمثل.

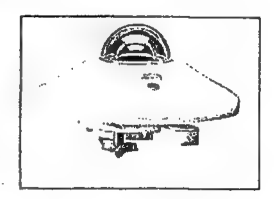
قياس الاشعاع الشمسي Radiation Measurment

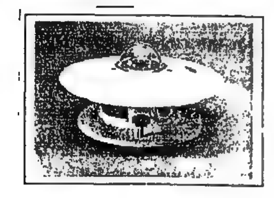
تتباين شدة الاشعاع الشمسى وطول فترة سطوعه زمانياً ومكانياً تبعاً لاختلاف زاوية سقوط الأشعة الشمسية على سطح الأرض، وإلى اختلاف طول النهار على مدار العام بسبب اختلاف وضع الأرض بالنسبة للشمس خلال دورة الأرض السنوية حول الشمس، ولتوضيح التوزيع الجغرافى لكل من شدة الاشعاع الشمسى، وطول فترة سطوعه يتم قياس كل منهما فى محطات الأرصاد الجوية وتصميم الخرائط اللازمة لذلك.

١- قياس شدة الاشعاع الشمسي:

يقصد بشدة الاشعاع كمية الطاقة التى يكتسبها سطح الأرض بالسعرات الحرارية (كالورى جرام / سم٢) ويستخدم فى قياسها أجهزة خاصة توضع فى أماكن مكشوفة تقيس وتسجل شدة الاشعاع الشمسى المباشر والمنتشر بالكالورى جرام، كما يمكن قياس شدة الاشعاع الشمسى المباشر فقط، أو الاشعاع الشمسى المنتشر فقط.

ويستخدم جهاز البيرانومتر Pyranometer – شكل رقم (٧)- في قياس شدة الاشعاع الشمسي المباشر والمنتشر الساقط على سطح الأرض، وهو يتركب من مستشعر حراري مثبت داخل قبة زجاجية (على هيئة نصف كرة) ينفذ خلالها الاشعاع الشمسي نحو المستشعر الذي يتركب من قاعدة مكونة من قطعتين معدنيتين احداهما سوداء اللون والأخرى بيضاء اللون، ولأن القطعة السوداء تمتص كل الأشعة الواصلة إليها،وتعكس القطعة البيضاء كل الأشعة الواصلة إليها، يتباين تأثر كل قطعة معدنية بكمية الاشعاع نفسها الواصلة إليهما وهو ما يعني التباين في كمية الطاقة التي يكتسبها كل منهما (كالوري جرام)، وتعتمد ميكانيكية الجهاز على تحويل الفرق بين كمية الطاقة التي يكتسبها كلتا القطعتين المعدنيتين





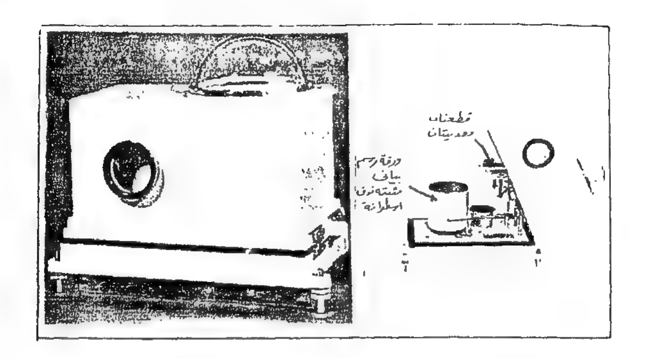
شكل رقم (٧) جهاز البيرانومتر Pyranometer لقياس شدة الاشعاع الشمسي

إلى إشارات كهربائية تحرك مؤشر فى قرص مدرج يمكن قراءته وتدوينه فى جداول خاصة للتعبير عن شدة الاشعاع الشمسى وقت الرصد.

ويستخدم جهاز البيرانوجراف **Pyranograph** شكل رقم (٨) فى قياس وتسجيل شدة الاشعاع الشمسى آليا، ويتركب الجهاز من بيرانومتر يثبت بالقطعتين المعدنيتين فيه رافعة تنقل الفرق فى التمدد بين القطعتين المعدنيتين بواسطة سن ريشة تسجل بالحبر هذا الفرق على ورقة رسم بيانى مدرجة أفقيا ورأسياً يمثل المحور الأفقى ساعات النهار، ويمثل المحور الرأسى قيم يتم شدة الاشعاع (كالورى جرام/ سم٢/ دقيقة) – شكل رقم (٨) وهى ملفوفة فوق أسطوانة تدور بسرعة الساعة الزمنية دورة كاملة كل يوم أو كل أسبوع ويمكن استخراج قيمة كمية الاشعاع الشمسى فى كل لحظة على الورقة.

وبهذه الطريقة لا يحتاج الجهاز إلى راصد يقرأه كل ساعة أو ثلاث ساعات ويسجل قراءته فى الجداول الخاصة به، فالجهاز يقيس ويسجل شدة الاشعاع الشمسى آلياً ويتم بعد ذلك نزع ورقة الرسم البيانى وتوقيع تاريخ يوم الرصد عليها وتفسيرها وتحليلها بكل سهولة ودقة.

ويستخدم جهاز الديفيوسوجراف **Diffusograph** – شكل رقم (٩) لقياس وتسجيل الاشعاع غير المباشر المنتشر فقط وذلك عن طريق جهاز بيرانومتر مثبت حوله حلقة معدنية دائرية تحيط به وتميل فوقه بشكل يتوافق مع مسار حركة الشمس الظاهرية يوم الرصد، ووظيفة تلك الحلقة هو أن تحجب أشعة الشمس الساقطة مباشرة على الجهاز، فيقيس ا لجهاز شدة الاشعاع المنتشر فقط. وعن طريق طرح قيمة شدة الاشعاع المقاسة عن طريق بيرانومتر غير مظلل وقيمة شدة الاشعاع المقاسة عن طريق ديفيوسوجراف (بيرانومتر مظلل) يمكن حساب قيمة شدة الاشعاع المباشر.



شكل رقم (٨) تسجيل شدة الاشعاع الشمسي باستخدام جهاز البيرانوجراف



شكل رقم (٩) جهاز الديفيوسوجراف

لقياس شدة الاشعاع الشمسي المنتشر

٢- قياس طول فترة سطوع الشمس :

يتحدد طول فترة النهار بالفترة الزمنية المحصورة بين شروق الشمس وغروبها، وهذه الفترة مرتبطة ببداية ونهاية سطوع الشمس فوق خط الأفق، ولا يضاف إليها فترة الشفق التى تسبق شروق الشمس وسطوعها بدقائق، وكذلك فترة الغسق التى تستمر بعد غروب الشمس بدقائق.

ومن المتوقع أن يتعادل طول فترة النهار مع طول فترة سطوع الشمس ولكن من الممكن أن تحجب السحب ضوء الشمس وسطوعها فتحل الغيوم لفترة مرتبطة بحركة وكثافة ونوع السحب، وفى هذه الحالة تخصم فترة الغيوم من طول فترة النهار ويُعبر عن الفترة المتبقية منه بفترة سطوع الشمس.

ويستخدم جهاز كامبل - ستوكس **Campbell -Stokes** – شكل رقم (١٠) فى رصد الفترة الزمنية لسطوع الشمس فى موقع محطة الرصد، ويوضع الجهاز فى مكان مكشوف معرض للاشعاع الشمسى، وهو يتركب من بللورة زجاجية (كرة زجاجية) يثبت خلفها حامل يثبت فوقه ورقة زرقاء مدرجة حسب عدد ساعات النهار وقت الرصد، وعندما تسطع الشمس فى السماء تخترق الاشعة البللورة الزجاجية التى تجمع الأشعة الشمسية فى حزمة حرارية تحرق الورقة خلال ساعات سطوع الشمس، وبعد غروب الشمس تنزع الورقة ويسجل خلفها تاريخ يوم الرصد، ويتم حساب طول فترة سطوع الشمس عن طريق حساب طول علامات احتراق الورقة على التدريج الزمنى الموجود على الورقة، وتدل المسافات الزمنية غير المحترقة على فترة الغيوم التى سادت خلال يوم الرصد.

قياس درجة الحرارة Temperature Measurement :

تتباين درجة الحرارة زمانياً ومكانياً، فهى تتباين زمانياً على مدار اليوم

الواحد وعلى مدار شهور السنة، ومكانياً تبعاً لتباين صافى الاشعاع الشمسى على دوائر العرض المختلفة وتباين الخصائص الجغرافية لسطح الأرض من مكان إلى آخر. وتعد درجة الحرارة عامل بيئى هام يرتبط بكل أشكال الحياة على سطح الأرض، فهو عامل ينظم الضغط الجوى، الرياح، التبخر، التكاثف والتساقط كمتغيرات مناخية تابعة له، بالإضافة إلى حركة التيارات البحرية، وتجمد البحيرات والأنهار والبحار فى العروض العليا، كما أنه يؤثر فى أشكال الحياة المدنية اليومية وفى الأنشطة البشرية المتعددة ولعل أهمها النشاط الزراعى وحركة النقل والمواصلات.





شكل رقم (١٠) جهاز كامبل - ستوكس Campbell - Stockes

لقياس طول فترة سطوع الشمس

ويعد قياس درجة الحرارة من أهم المتغيرات التى تستخدم لوصف خصائص الغلاف الجوى، وهى عنصر أساسى فى تقارير الطقس والتنبؤ المناخى، ويستفاد من قياسها تحديد كل من المتوسط والمدى الحرارى اليومى، الشهرى، السنوى المستخدمة فى وصف حالة الطقس والمناخ ودراسة علاقة درجة الحرارة بالمتغيرات البيئية.

ويستخدم جهاز الترمومتر الزئبقي **Thermometer** فى قياس درجة حرارة الهواء، وهو يتكون من أنبوب زجاجى مدرج بالتدريج المئوى أو الفرنهيتى أو الاثنين معاً – شكل رقم (١١)– ويوجد فى نهايته مستودع مملوء بالزئبق، فعندما تتغير درجة الحرارة يتغير ارتفاع الزئبق فى الأنبوب ونتعرف على قيمتها من خلال التدريج.

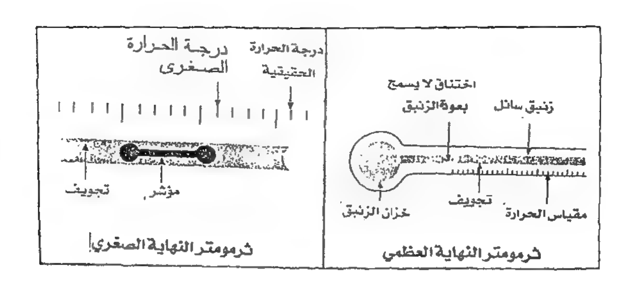


شكل رقم (١١) رسم تخطيطي للترمومتر الزئبقي بالتدرج المئوي والتدرج الفرنهيتي

ويستخدم لقياس درجة الحرارة العظمى ثرمومتر **النهاية العظمي Maximum Thermometer** وهو ثرمومتر زئبقي يوجد في أنبوبته (مجرى الزئبق) اختناق يسمح للزئبق بالمرور من المستودع داخل الأنبوب عند تمدده بارتفاع درجة الحرارة، ولا يسمح له بالعودة في الاتجاه المعاكس عند انكماشه بانخفاض درجة الحرارة، وبذلك يظل الزئبق في مكانه مشيراً لأعلى درجة بلغتها حرارة الهواء مما يسمح بقراءتها في أى وقت من اليوم.

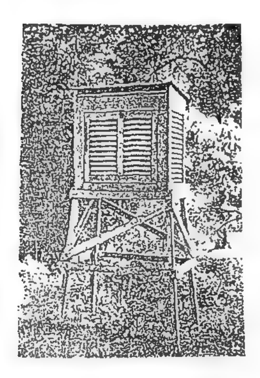
ويستخدم لقياس درجة الحرارة الصغرى ثرمومتر**النهاية الصغري Minimum Thermometer** وهو ثرمومتر يستخدم فيه الكحول بدلاً من الزئبق لأن درجة تجمد الكحول تبلغ – ١١٧° م وهي أقل من درجة تجمد الزئبق التي تبلغ –٣٧° م. ويوجد داخل أنبوب الترمومتر مؤشر زجاجي أو معدني رقيق له رأسان ومصمم لكي يتحرك في أنبوب الكحول في اتجاه انكماش الكحول عندما تنخفض درجة الحرارة، ولا يتحرك في اتجاه تمدد الكحول عندما ترتفع درجة الحرارة وبذلك يظل المؤشر ساكناً عند أدنى درجة حرارة بلغتها حرارة الهواء ومشيراً إليها – شكل رقم (١٢–أ).

ويُعدل كل من ثرمومتر النهاية العظمي والنهاية الصغرى بعد قراءة كل منهما، وذلك بهز الأول بشدة، وقلب الثاني إلى أسفل، ولزيادة دقة قياس درجة الحرارة يجب أن توضع الترمومترات في الظل بعيداً عن مياه الأمطار أو الثلوج، وأشعة الشمس المباشرة، فتوضع الترمومترات بمحطات الأرصاد الجوية داخل كشك خشبي مطلى بدهان أبيض وجيد التهوية ويكون مواجهاً لاتجاه الشمال وعلى ارتفاع يتراوح بين ١,٢، ١,٨٠ متراً فوق سطح الأرض، وهو يوفر الظل اللازم للأجهزة الموجودة بداخله وطرازه موحد بجميع محطات الأرصاد الجوية في جميع أنحاء العالم. شكل رقم (١٢ – ب).



شكل رقم (١٢-أ) ميكانيكية القياس في ثرمومتر النهاية العظمي

وثرمومتر النهاية صغري



شكل رقم (١٢-ب) الشكل القياسي لكشك رصد درجة الحرارة في الظل

وتعد الترمومترات السابقة أجهزة قياس يقرؤها الراصد بنفسه ولهذا فإن الدرجة التى يسجلها الراصد تتوقف على دقته وصحة تقديره لها، وتقاس درجة الحرارة فى أوقات معينة على مدار اليوم تبعا لنظام كل محطة، وفى الغالب كل ثلاث ساعات، وهذا القياس لا يعكس تقلبات الحرارة على مدار ساعات اليوم كله، ولهذه الأسباب تستخدم المراصد جهاز الترموجراف Thermograph فى تسجيل درجة الحرارة على مدار اليوم الواحد أو أيام الأسبوع آليا لحظة بلحظة فيوفر سجلاً حرارياً كاملاً موزعاً على وحدات الزمن (الساعة وأجزاءها) على مدار اليوم الواحد أو أيام الأسبوع) - شكل رقم (١٣) .

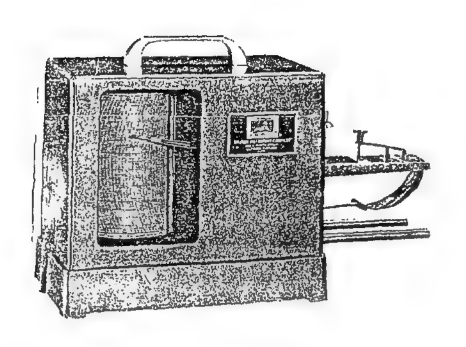
ويتكون الترموجراف من جهاز حساس يتألف من قطعتين معدنيتين ذات معامل تمدد مختلف يتم لحمهما معاً ثم تديهما وتثبيتهما معاً من جهة واحدة بينما تكون الجهة الأخرى حرة الحركة، فإذا ارتفعت درجة الحرارة تمددت القطعتان وإذا انخفضت انكمشتا بمعدلين مختلفين فيتغير إنثنائهما وتنتقل هذه الحركة عن طريق روافع خاصة إلى سن ريشة تسجل بالحبر على ورقة رسم بيانى مقسمة إلى محور أفقى يمثل الزمن ومحور رأسى يمثل درجة الحرارة ملفوفة على اسطوانة تدور دورة كاملة كل يوم (فى حالة تسجيل حرارة اليوم الواحد) أو كل أسبوع (فى حالة تسجيل حرارة أيام الأسبوع) . (شكل رقم (١٣)

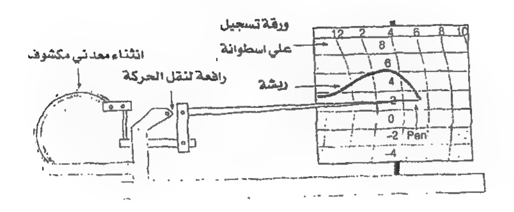
ويتم حساب المتوسطات اليومية والشهرية والسنوية وكذلك المدى الحرارى من خلال قياسات درجة الحرارة على النحو التالى:

١- **المتوسط اليومي لدرجة الحرارة Daily Mean** ويتم حسابه بطريقتين:

أ- قسمة مجموعة القراءات المرصودة لدرجة الحرارة خلال اليوم على عدد مرات رصدها.

ب- قسمة مجموع النهايتين العظمى والصغرى على ٢ .





شكل رقم (١٢) جهاز الثرموجراف Thermograph لتسجيل درجة الحرارة

٢- المتوسط الشهري لدرجة الحرارة Monthly Mean ويتم حسابه بقسمة مجموع المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة خلال الشهر على عدد أيام الشهر. وبالمثل يتم حساب المتوسط الشهرى لكل من درجتى الحرارة العظمى والصغرى كما يلى:

أ- ينتج المتوسط الشهرى للنهاية العظمى بقسمة مجموع النهايات العظمى لدرجة الحرارة المسجلة على مدار الشهر على عدد أيام الشهر.

ب- ينتج المتوسط الشهرى للنهاية الصغرى بقسمة مجموع النهايات الصغرى المسجلة على مدار الشهر على عدد أيام الشهر.

٣-المتوسط السنوي لدرجة الحرارة Annual Mean ويتم حسابه بقسمة مجموع المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة خلال السنة على ١٢ (عدد شهور السنة).

٤-المدي اليومي لدرجة الحرارة Diarnal Range وهو عبارة عن الفرق بين النهايتين العظمى والصغرى لدرجة الحرارة أثناء اليوم الواحد.

٥-المدي السنوي لدرجة الحرارة Annual Range وهو عبارة عن الفرق بين كل من أعلى متوسط شهرى لدرجة الحرارة وأدنى متوسط شهرى لها.

قياس الضغط الجوي Air Pressure Measurement:

يتباين توزيع الضغط الجوى زمانياً ومكانياً، فالضغط الجوى متغير تابع لدرجة الحرارة، وهو عامل جوى هام ينظم الدورة الهوائية على سطح الأرض، وكذلك الدورات الهوائية المحلية، بالإضافة إلى أنه عاملاً بيئياً هاماً يؤثر فى حياة الكائنات الحية لعلاقته المباشرة بعملية التنفس حيث يؤثر ارتفاعه أو انخفاضه عن معدلاته الطبيعية فى اضطراب عملية التنفس وحدوث آثار سلبية على صحة الإنسان.

ويؤثر الضغط الجوى مباشرة فى بعض الأنشطة البشرية مثل عملية الطهى،

والملاحة الجوية، والغوص فى أعماق البحار والمحيطات سواء باستخدام الغواصات أو الأفراد، فيؤثر انخفاض الضغط الجوى بالارتفاع فى المركبات الجوية وبخاصة طائرات نقل البضائع والركاب، فيجب أن يتعادل الضغط الجوى داخل الكابينة مع مثيله عند مستوى سطح البحر طوال رحلة الطيران. ويتم ذلك منذ اللحظة الأولى للاقلاع، فعلى سبيل المثال إذا ارتفعت الطائرة إلى مستوى ٥٠٠٠ متراً فوق مستوى سطح البحر يكون من الضرورى أن يزداد الضغط الجوى داخل كابينة الطائرة تدريجياً منذ لحظة الاقلاع حتى هذا الارتفاع بنحو نصف قيمته عند سطح الأرض وذلك لتعويض الانخفاض الذى حدث فى الضغط الجوى بالارتفاع ولكى يتعادل مع قيمته عند مستوى البحر، وبالمثل فى حالة الهبوط من أعلى إلى سطح الأرض يتم خفض الضغط الجوى داخل الكابينة تدريجياً ليتعادل مع قيمته عند مستوى البحر، ويؤدى التغير السريع فى الضغط الجوى إلى حدوث الطنين وهو الشعور بالضغط والرنين داخل الأذن حينما تقوم الأذن بوظيفة معادلة الضغط بين الأذن الخارجية والأذن الوسطى.

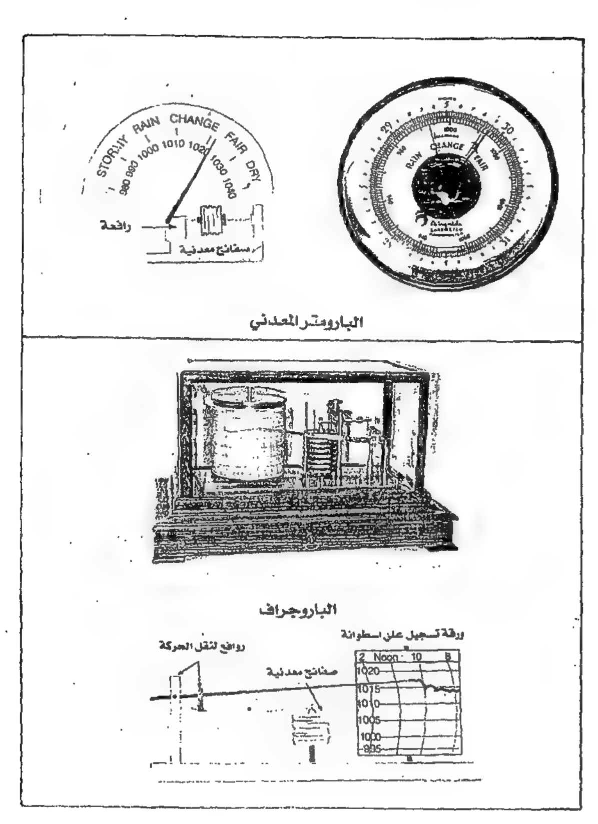
ويستخدم جهاز البارومتر Barometer في قياس الضغط الجوى، وهو إما زئبقى أو معدنى، فيتركب البارومتر الزئبقي من أنبوب زجاجي طوله متر واحد تقريبا، له نهاية مغلقة والأخرى مفتوحة وغاطسة فى حوض مملوء بالزئبق، ويضغط الهواء على الزئبق الموجود بالحوض فيرتفع الزئبق فى الأنبوب، وتبلغ قيمة الضغط الجوى العادى ارتفاع عمود الزئبق لمسافة ٧٦سم فى الانبوب، أما إذا زاد أو انخفض الضغط الجوى على ذلك فيرتفع أو ينخفض عمود الزئبق مشيراً إلى ذلك. وبعبارة أخرى فإن متوسط الضغط الجوى عند مستوى سطح البحر يعادل ارتفاع عمود الزئبق لمسافة ٧٦سم.

أما البارومتر المعدني فيستخدم بدلا من الزئبق مجموعة من الصفائح المعدنية الرقيقة المجوفة والمفرغة من الهواء، فإذا زاد الضغط الجوى انكمشت نحو الداخل وتقلص تجويفها، واذا انخفض الضغط تعود إلى وضعها الأول

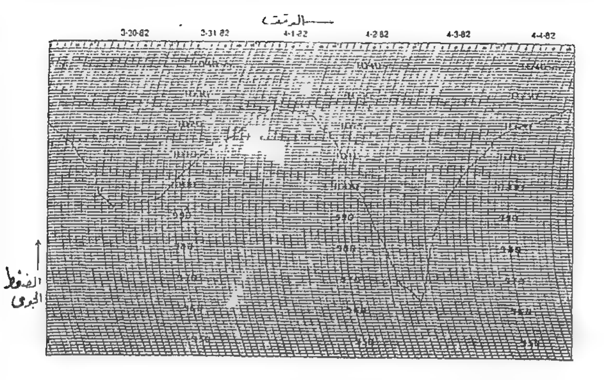
وتنتفخ، وترتبط بحركة هذه الصفائح روافع تنقل الحركة إلى المؤشر الذى يتحرك فوق تدريج يحدد قيمة الضغط الجوى - شكل رقم (١٤).

كما تستخدم محطات الأرصاد الجوية جهاز الباروجراف Barograph لقياس وتسجيل الضغط الجوى على ورقة من الرسم البيانى ملفوفة فوق أسطوانة تدور دورة كاملة كل ٢٤ ساعة (فى حالة الرصد ليوم واحد)، أو دورة كاملة كل أسبوع (فى حالة الرصد على مدار أسبوع)، والجهاز عبارة عن مجموعة الصفائح المعدنية الرقيقة (كما هو الحال فى البارومتر المعدنى) متصلة بروافع تنقل حركة انكماشها أو تمددها لريشة ترسم التغيرات فى الضغط الجوى على هيئة منحنى بيانى موزعاً على محور أفقى يمثل الزمن ومحور رأسى يمثل قيم الضغط الجوى. شكل رقم (١٥).

وتحتاج عملية قياس الضغط الجوى بالبارومتر أو بالباروجراف فى مراكز الأرصاد الجوية الموزعة على مستوى العالم إلى توحيد أسس قراءة وتسجيل الضغط الجوى حتى تكون المقارنة والربط واستخلاص النتائج من قراءات الضغط الجوى وخرائطه صحيحة، ولكى يتم ذلك يتم التخلص من أثر العوامل المكانية المتباينة بكل مرصد التى تؤثر فى الضغط الجوى مثل اختلاف مناسيب مراكز الأرصاد الجوية فيتم تعديل قيمة الضغط الجوى لتصبح منسوبة إلى مستوى سطح البحر بدلاً من مستوى سطح الأرض عند المرصد، واختلاف درجة حرارة الهواء عند كل مرصد فيتم تعديل قيمة الضغط الجوى لتنسب إلى درجة الصفر المئوى بدلا من درجة حرارة المرصد، واختلاف تأثير الجاذبية الأرضية فمن المعروف أن الجاذبية عند القطبين أقل منها عند الدائرة الاستوائية، فيتم تعديل قيمة الضغط الجوى وتنسب إلى متوسط قيمة الجاذبية الأرضية بدلاً من قيمتها عند درجة عرض المرصد. وبهذه الطريقة يتم توحيد أسس قراءة الضغط الجوى فى جميع جهات العالم، وتسجل قراءات الضغط وكأنها رصدت فى ظروف مكانية متشابهة وتكون المقارنة بينها صحيحة.



شكل رقم (١٤) أجهزة قياس الضغط الجوي



شكل رقم (١٥)

منحني التغير في الضغط الجوي كما يوقعه جهاز الباروجراف

ويستخدم السنتيمتر أو المليمتر أو البوصة في قياس الضغط الجوى، ولكن الشائع هو استخدام وحدة المليبار في قياس الضغط الجوى، والمليبار يعادل ٧٥, مليمتر، فإذا كان الضغط الجوى الطبيعي عند مستوى سطح البحر يعادل ٧٦٠مم (مقدار ارتفاع الزئبق في انبوب البارومتر الزئبقى) فإنه يعادل ١٠١٣,٢٥ ملليبار، ويعتبر الضغط مرتفعا إذا زاد عن ذلك والعكس صحيح.

وفى الغالب يتراوح الضغط الجوى على سطح الكرة الأرضية بين ٩٧٠ ملليبار، ١٠٥٠ملليبار، ومع ذلك فقد سجلت أدنى قيمة للضغط الجوى وهى ٨٧٠ ملليبار فى ٢١ أكتوبر عام ١٩٧٩م فى مركز اعصار التيفون فوق المحيط الهادى شمال غرب جوام، فى حين سجلت أعلى قيمة له وهى ١٠٨٣,٨ ملليبار فى آجاتا بسيبيريا فى ١٣ ديسمبر ١٩٦٨م.

قياس الرياح Wind Measurement:

تتعدد أنظمة الرياح على سطح الأرض، فيتحرك الهواء أفقيا على سطح الأرض فى ثلاثة أنظمة هوائية، فى نظام منتظم تمثله الرياح التجارية، الرياح العكسية، الرياح القطبية، وفى نظام فصلى إقليمى تمثله الرياح الموسمية، وفى أنظمة محلية يمثلها نسيم البر ونسيم البحر، نسيم الجبل ونسيم الوادى، الرياح المحلية الحارة والباردة المصاحبة لمرور الأعاصير (الانخفاضات الجوية).

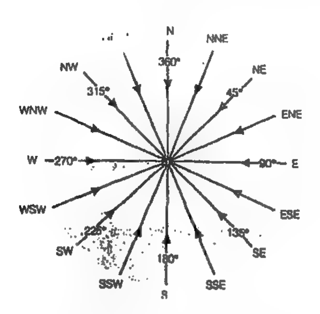
ومما لاشك فيه فإن تنوع خصائص الهواء بالأنظمة الهوائية المختلفة من بارد إلى دافئ، أو من جاف إلى رطب تؤثر بالطبع على الدورة اليومية لنشاط الكائنات الحية بصورها المختلفة، كما يؤدى تباين سرعتها وبخاصة إذا ارتفعت إلى حد العاصفة إلى أخطار بيئية متعددة، وأخطار على الأنشطة الاقتصادية المختلفة وبخاصة النشاط الزراعى، وحركة النقل والمواصلات بكل صورها.

ويتم رصد الرياح بأجهزة تقيس اتجاهها وسرعتها فى محطات الأرصاد الجوية حيث توضع تلك الأجهزة فى مساحة مكشوفة وعلى ارتفاعات معينة نستعرضها فيما يلى:

١- رصد إتجاه الرياح:

يعرف اتجاه الرياح بإسم الجهة التى تهب منها، فعلى سبيل المثال الرياح الآتية من الشمال الشرقى نحو الجنوب الغربى تسمى رياح شمالية شرقية، والرياح الآتية من الغرب نحو الشرق تسمى رياح غربية. وهكذا. ويتم التعبير عن اتجاه الرياح بقياس قيمة درجة انحرافها عن إتجاه الشمال الذى يمثل صفر التدريج، فتكون الرياح شمالية إذا إنطبق اتجاهها مع (صفر° أو ٣٦٠°)، فى حين تكون الرياح شرقية إذا انطبق اتجاهها مع ٩٠°، وتكون جنوبية إذا انطبق اتجاهها مع ١٨٠°، وتكون غربية إذا إنطبق اتجاهها مع ٢٧٠°. ويمكن تقسيم

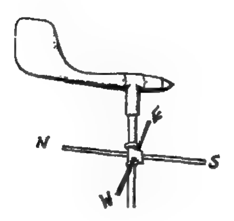
الزاوية الدائرية بذلك إلى أربعة اتجاهات أو ثمانية اتجاهات، أو ستة عشر إتجاهاً كما هو موضح فى الشكل التالى رقم (١٦).



شكل رقم (١٦) تحديد اتجاهات الرياح

ويستخدم جهاز دوارة الرياح Wind Vane لقياس اتجاه الرياح وهو يتركب من عمود فولاذى رأسى مرتكز على قاعدة فولاذية، مركب فى أعلاه سهماً معدنياً فى نهايته ذيل عريض خفيف الوزن لكى يسهل على الرياح تحريكه، ويثبت على العمود الفولاذى أسفل السهم ذراعان متقاطعان عمودياً تشير أطرافهما إلى الجهات الأصلية الأربع. وعندما تهب الرياح يتحرك ذيل السهم نحو الجهة التى تتجه نحوها الرياح ويشير رأس السهم إلى الجهة الآتية منها الرياح. وتثبت دوارة الرياح فوق المبانى أو أعلى محطات الرصد أو فى نهاية أعمدة مرتفعة مخصصة لذلك، وفى محطات الأرصاد الجوية تزود دوارة الرياح بمحولات تحول حركة السهم فى دوارة الرياح إلى تيار كهربائى يتم نقله إلى غرفة الرصد عن طريق أسلاك كهربائية متصلة بلوحة دائرية مقسمة إلى الاتجاهات الأصلية والفرعية ومحدد كل إتجاه بمصباح كهربائى فعندما يشير السهم إلى احدى الجهات الآتية منها الرياح خارج غرفة الرصد يضىء المصباح المثبت فوق

فوق الجهة نفسها باللوحة الدائرية داخل غرفة الرصد ويمكن للراصد أن يلاحظ ويسجل الجهة الآتية منها الرياح. شكل رقم (١٧)



شكل رقم (١٧) دوارة الرياح Wind Vane لتحديد اتجاه الرياح

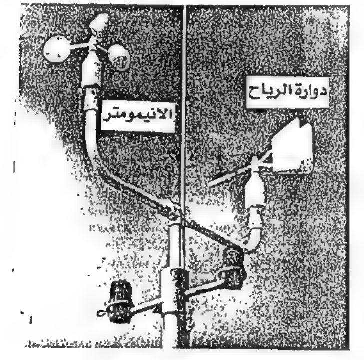
٢- رصد سرعة الرياح :

تقاس سرعة الرياح بالعقدة[١] ، ويعرف الجهاز الذى يستخدم فى ذلك بالأنيمومتر Anemometer ، ويتركب هذا الجهاز من عمود رأسى فولاذى مرتكز على قاعدة ويدور على طرفه الأعلى ثلاث أو أربع أذرع متساوية الطول ومتعامدة عليه، ينتهى كل ذراع بوعاء على هيئة نصف كرة (يشبه الفنجان) ، وحين تؤثر فيه الرياح تدور هذه الأذرع، ويزداد دورانها بزيادة سرعة الرياح والعكس، ويمكن تسجيل عدد دورات الأذرع فى الثانية بواسطة عداد سرعة مثبت على قاعدة الجهاز، ويمكن بذلك قراءة قيمة سرعة الرياح – شكل رقم (١٨).

---

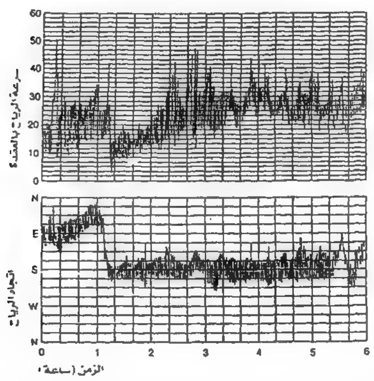
(١) تعادل العقدة ١,٨٥ كيلو متر/ ساعة، وتعادل أيضاً ٥١, متر/ ثانية.





شكل رقم (١٨) جهاز الانيمومتر Anemometer لقياس سرعة الرياح

ويمكن توصيل كل من دوارة الرياح، والأنيمومتر عبر الأسلاك الى ريشة تتحرك على ورقة رسم بيانى مثبتة فوق أسطوانة تحركها ساعة زمنية بداخلها، وذلك لبيان سرعة واتجاه الرياح معاً. فتتحرك الرشية لرسم منحنى بيانى لكل من سرعة الرياح واتجاه الرياح وبذلك يكون من السهل متابعة التغير الزمنى لسرعة الرياح أو اتجاهها، كما يمكن توصيل كل من دوارة الرياح والأنيمومتر عبر الأسلاك بجهاز كمبيوتر وتسجيل السرعة والإتجاه فى أسطوانة ممغنطة، ويمكن طباعتها فى أى لحظة أو إرسالها آليا عبر شبكة الإتصالات الى جميع أنحاء العالم، أو تحليلها والاستفادة منها. شكل رقم (١٩)



شكل رقم (١٩) تسجيل سرعة واتجاه الرياح باستخدام الانيمومتر

وفى حالة دوارة الرياح أو الأنيمومتر يجب تثبيت كل منهما على ارتفاع عشرة أمتار من السطح المثبت عليه قاعدة كل منهما، لكى تتفادى تأثير احتكاك الرياح مع السطح، ولكى تتفادى التقلبات الناتجة عن الاختلافات فى طبيعة السطح، ولكى تكون الأجهزة بعيدة عن أى عوائق تصادف حركة الهواء.

وتتباين حالة الرياح تبعاً لتباين سرعتها وهو ما يعبر عن قوتها، ويوضح الجدول التالى رقم (٣) تدرج هذه القوة تبعاً لتباين سرعة الرياح.

جدول رقم (٣)

مقياس قوة الرياح (مقياس بيفورت) [١]

درجة المقياس	حالة الرياح	حالة الرياح	
		كم/ساعة	بالعقدة
صفر	سكون	أقل من ١	أقل من ١
١	هواء هادئ	١–٥	١–٣
٢	نسيم خفيف	٦–١١	٤–٦
٣	نسيم لطيف	١٢–١٩	٧–١٠
٤	نسيم معتدل	٢٠–٢٨	١١–١٥
٥	نسيم قوى	٢٩–٣٨	١٦–٢٠
٦	نسيم قوى جدا	٣٩–٤٩	٢٢–٢٦
٧	قريب من العاصف	٥٠–٦١	٢٨–٣٣
٨	هواء عاصف	٦٢–٧٤	٣٤–٤٠
٩	هواء عاصف قوى	٧٥–٨٨	٤١–٤٨
١٠	عاصفة	٨٩–١٠٢	٤٨–٥٥
١١	عاصفة عنيفة	١٠٣–١١٨	٥٦–٦٤
١٢	عواصف الهيراكن	أكثر من ١١٨	أكثر من ٦٥

قياس التبخر Evaporation Measurement:

تعد عملية التبخر متغير جوى تابع لدرجة الحرارة، وهى أحدى عمليات الغلاف الجوى التى يتحول فيها الماء من الحالة السائلة أو الصلبة إلى الحالة

(١) سمى مقياس بيفورت Beaufort scale نسبة إلى السير فرنسيس بيفورت الذى وضعه عام ١٨٠٥م.

الغازية، وهو أحد أطراف الدورة المائية بالغلاف الجوى، وترتبط بعملية التبخر كمية بخار الماء الموجودة فى الجو التى يتم التعبير عنها بالرطوبة الجوية.

ويستخدم أحواض مائية مكشوفة فى حساب كمية التبخر، وتعد احواض بان للتبخر Evaporation Pans أكثر الاحواض شيوعاً فى قياس التبخر، وحوض بان هو اناء معدنى دائرى الشكل يبلغ قطره ١,٢٢ متراً وعمقه ٢٥,٤ سم، ويوضع على قاعدة خشبية سمكها ١٥ سم، ويملأ الحوض بالماء حتى ارتفاع ٥ سم من حافته العليا، ويقاس التبخر منه إما بقياس ارتفاع الماء بالحوض أو بإعادة ملئه حتى المستوى السابق وتعادل كمية التبخر كمية الماء التى تمت إضافتها، وفى حالة سقوط المطر يتم خصم قيمة التساقط منه.

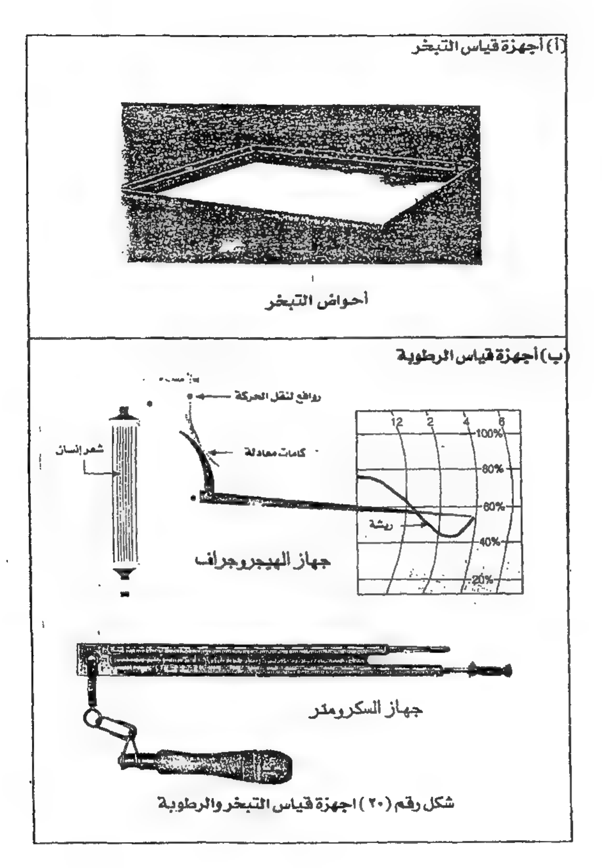
ويستخدم جهاز الليزيمتر Lysimeter فى قياس التبخر أيضاً، وهو جهاز دقيق يعتمد فى قياس كمية التبخر من المياه الموجودة فى كتلة كبيرة من التربة توضع فى وعاء كبير ويتم وزنها بدقة بميزان هيدروليكى، ويعبر الفارق فى وزن التربة وهى مشبعة بالماء ووزنها فى نهاية مدة القياس عن كمية التبخر من المياه – شكل رقم (٢٠–أ).

قياس الرطوبة النسبية Humidity Measurement:

وتعبر الرطوبة عن كمية بخار الماء الموجودة فى الهواء، ويتم قياس الرطوبة النسبية باستخدام جهاز السكرومتر Psychrometer، وهو يتكون من ثرمومترين مثبتين متجاورين على حامل خشبى يلف على مستودع الزئبق لأحدهما قطعة من القماش المبلل ويترك الآخر جافاً. ويتم تحريك الهواء عن طريق مروحة كهربائية صغيرة مثبتة فى الجهاز ثم تقرأ درجة حرارة كل ثرمومتر على حدة، ومن خلال جدول خاص لحساب الرطوبة النسبية اعتماداً على قراءتى الثرمومتر المبلل والثرمومتر الجاف يمكن استخراج قيمة الرطوبة النسبية. جدول رقم (٤).

جدول رقم (٤) حساب الرطوبة النسبية (٪)

درجة حرارة الترمومتر الجاف (٥م)	الفرق بين درجة حرارة الترومتر الجاف ودرجة حرارة الترمومتر المبلل (ْم)														
	٠,٥	١,٠	١,٥	٢,٠	٢,٥	٣,٠	٣,٥	٤,٠	٤,٥	٥,٠	٧,٥	١٠,٥	١٢,٥	١٥,٠	١٧,٥
-١٠,٠	٨٥	٦٩	٥٤	٣٩	٢٤	١٠	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-٧,٥	٨٧	٧٣	٦٠	٤٨	٣٥	٢٢	١٠	-	-	-	-	-	-	-	-
-٥,٠	٨٨	٧٧	٦٦	٥٤	٤٣	٣٢	٢١	١١	٠	-	-	-	-	-	-
-٢,٥	٩١	٨٠	٧٠	٦٠	٥٠	٤١	٣١	٢٢	١٢	٣	-	-	-	-	-
٠,٠	٩١	٨٢	٧٣	٦٥	٥٦	٤٧	٣٩	٣١	٢٣	١٥	-	-	-	-	-
٢,٥	٩٢	٨٤	٧٦	٦٨	٦١	٥٣	٤٦	٣٨	٣١	٢٤	-	-	-	-	-
٥,٠	٩٣	٨٦	٧٨	٧١	٦٥	٨٥	٥١	٤٥	٣٨	٣٢	١	-	-	-	-
٧,٥	٩٣	٨٧	٨٠	٧٤	٦٨	٦٢	٥٦	٥٠	٤٤	٣٨	١١	-	-	-	-
١٠,٠	٩٤	٨٨	٨٢	٧٦	٧١	٦٥	٦٠	٥٤	٤٩	٤٤	١٩	-	-	-	-
١٢,٥	٩٤	٨٩	٨٤	٧٨	٧٣	٦٨	٦٣	٥٨	٥٣	٤٨	٢٥	٤	-	-	-
١٥,٠	٩٥	٩٠	٨٥	٨٠	٧٥	٧٠	٦٦	٦١	٥٧	٥٢	٣١	١٢	-	-	-
١٧,٥	٩٥	٩٠	٨٦	٨١	٧٧	٧٢	٦٨	٦٤	٦٠	٥٥	٣٦	١٨	٢	-	-
٢٠,٠	٩٥	٩١	٨٧	٨٢	٧٨	٧٤	٧٠	٦٦	٦٢	٥٨	٤٠	٢٤	٨	-	-
٢٢,٥	٩٦	٩٢	٨٧	٨٣	٨٠	٧٦	٧٢	٦٨	٦٤	٦١	٤٤	٢٨	١٤	١	-
٢٥,٠	٩٦	٩٢	٨٨	٨٤	٨١	٧٧	٧٣	٧٠	٦٦	٦٣	٤٧	٣٢	١٩	٧	-
٢٧,٥	٩٦	٩٢	٨٩	٨٥	٨٢	٧٨	٧٥	٧١	٦٨	٦٥	٥٠	٣٦	٢٣	١٢	١
٣٠,٠	٩٦	٩٣	٨٩	٨٦	٨٢	٧٩	٧٦	٧٣	٧٠	٦٧	٥٢	٣٩	٢٧	١٦	٦
٣٢,٥	٩٧	٩٣	٩٠	٨٦	٨٣	٨٠	٧٧	٧٤	٧١	٦٨	٥٤	٤٢	٣٠	٢٠	١١
٣٥,٠	٩٧	٩٣	٩٠	٨٧	٨٤	٧٩	٧٨	٧٥	٧٢	٦٩	٥٦	٤٤	٣٣	٢٣	١٤
٣٧,٥	٩٧	٩٤	٩١	٨٧	٨٥	٨٢	٧٩	٧٦	٧٣	٧٠	٥٨	٤٦	٣٦	٢٦	١٨
٤٠,٠	٩٧	٩٤	٩١	٨٨	٨٥	٨٢	٧٩	٧٧	٧٤	٧٢	٥٩	٤٨	٣٨	٢٩	٢١



شكل رقم (٢٠) اجهزة قياس التبخر والرطوبة

كما يستخدم جهاز الهيجروجراف Hygrograph فى تسجيل الرطوبة النسبية آلياً على ورقة رسم بيانى مثبتة فوق ساعة على هيئة أسطوانة تدور دورة كاملة كل ٢٤ ساعة أو كل أسبوع تتحرك فوقها ريشة مثبتة فى رافعة تنقل حركة انكماش أو تمدد خصلة من الشعر الجاف عند تأثرها بالرطوبة الجوية– شكل رقم (٢٠ – ب).

قياس نقطة الندي Dew Point Measurement:

وتعبر عن درجة الحرارة التى يصبح عندها الهواء مشبعاً ببخار الماء أى التى يبلغ عندها الرطوبة النسبية ١٠٠ ٪، فإذا انخفضت درجة الحرارة عن نقطة الندى تبدأ عملية التكاثف ويتحول بخار الماء إلى الصورة السائلة إذا كانت نقطة الندى أعلى من الصفر المئوى، وإلى الصورة الصلبة (الثلج) إذا كانت نقطة الندى أقل من الصفر المئوى وتعرف فى هذه الحالة بنقطة الصقيع Frost Point.

ويتم حساب نقطة الندى من معلومية درجة حرارة الترمومتر الجاف، ومقدار الانخفاض فى درجة حرارة الترمومتر المبلل من جدول خاص بذلك جدول رقم (٥)، فعلى سبيل المثال، فى حالة ما إذا كانت درجة حرارة الترمومتر الجاف ٢٠°م، ودرجة حرارة الترمومتر المبلل ١٥°م (مقدار الانخفاض فى درجة حرارة الترمومتر المبلل ٥°م) تبلغ نقطة الندى ١١,٦°م.

وعند المقارنة بين الأقاليم يدل ارتفاع نقطة الندى على عظم تكاثف بخار الماء، وعندما يكون الفارق بين درجة حرارة الهواء ونقطة الندى صغيراً دل ذلك على ارتفاع الرطوبة النسبية. كما تعد نقطة الندى مؤشراً يحدد أفضل حالات الجو راحة للإنسان، فكثير من الناس لا يشعرون بالراحة عندما ترتفع نقطة الندى إلى أكثر من ٢٠°م.

كما تعد نقطة الندى مؤشراً ينذر بحدوث كل من الندى أو الصقيع والشابورة والضباب، فإذا بلغت حالة الجو نقطة الندى فى نهاية فترة ما بعد الظهر فيعنى

جدول رقم (٥) حساب درجة حرارة نقطة الندى

درجة حرارة الترمومتر الجاف (٥ م)	الفرق بين درجة حرارة الترومتر الجاف ودرجة حرارة الترمومتر المبلل (٥م)														
	٠,٥	١,٠	١,٥	٢,٠	٢,٥	٢,٠	٣,٥	٤,٠	٤,٥	٥,٠	٧,٥	١٠,٥	١٢,٥	١٥,٠	١٧,٥
١٠,٠-	١٢,١-	١٤,٥-	١٧,٥-	٢١,٣-	٢٦,٦-	٣٦,٣-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
٧,٥-	٩,٣-	١١,٤-	١٣,٨-	١٦,٧-	٢٠,٤-	٢٥,٥-	٣٤,٤-	-	-	-	-	-	-	-	-
٥,٠-	٦,٦-	٨,٤-	١٠,٤-	١٢,٨-	١٥,٦-	١٩,٠-	٢٣,٧-	٣١,٣-	٧٨,٥-	-	-	-	-	-	-
٢,٥-	٣,٩-	٥,٥-	٧,٣-	٩,٢-	١١,٤-	١٤,١-	١٧,٣-	٢١,٥-	٢٧,٧-	٤١,٣-	-	-	-	-	-
٠,٠	١,٣-	٢,٧-	٤,٢-	٥,٩-	٧,٧-	٩,٨-	١٢,٣-	١٥,٢-	١٨,٩-	٢٣,٩-	-	-	-	-	-
٢,٥	١,٣	٠,١	١,٣-	٢,٧-	٤,٣-	٦,١-	٨,٠-	١٠,٣-	١٢,٩-	١٦,١-	-	-	-	-	-
٥,٠	٣,٩	٢,٨	١,٦	٠,٣	١,١-	٢,٦-	٤,٢-	٦,١-	٨,١-	١٠,٤-	٤٧,٧-	-	-	-	-
٧,٥	٦,٥	٥,٥	٤,٤	٣,٢	٢,٠	٠,٧	٠,٨-	٢,٣-	٤,٠-	٥,٨-	٢١,٦-	-	-	-	-
١٠,٠	٩,١	٨,١	٧,١	٦,٠	٤,٩	٣,٨	٢,٥	١,٢	٠,٢-	١,٨-	١٢,٨-	-	-	-	-
١٢,٥	١١,٦	١٠,٧	٩,٨	٨,٨	٧,٨	٦,٧	٥,٦	٤,٥	٣,٢	١,٩	٦,٨-	٢٨,٢-	-	-	-
١٥,٠	١٤,٢	١٣,٣	١٢,٥	١١,٦	١٠,٦	٩,٦	٨,٦	٧,٦	٦,٥	٥,٣	١,٩-	١٤,٥-	-	-	-
١٧,٥	١٦,٧	١٥,٩	١٥,١	١٤,٣	١٣,٤	١٢,٥	١١,٥	١٠,٦	٩,٦	٨,٥	٢,٣	٧,٥-	٣٥,١-	-	-
٢٠,٠	١٩,٣	١٨,٥	١٧,٧	١٦,٩	١٦,١	١٥,٣	١٤,٤	١٣,٥	١٢,٦	١١,٦	٦,١	١,٤-	١٤,٩-	-	-
٢٢,٥	٢١,٨	٢١,١	٢٠,٣	١٩,٦	١٨,٨	١٨,٠	١٧,٢	١٦,٣	١٥,٥	١٤,٦	٩,٦	٣,٢	٧,٠-	٣٧,٥-	-
٢٥,٠	٢٤,٣	٢٣,٦	٢٢,٩	٢٢,٢	٢١,٤	٢٠,٧	١٩,٩	١٩,١	١٨,٣	١٧,٥	١٢,٩	٧,٣	٠,٢-	١٣,٧-	-
٢٧,٥	٢٦,٨	٢٦,٢	٢٥,٥	٢٤,٨	٢٤,١	٢٣,٨	٢٢,٦	٢١,٩	٢١,١	٢٠,٣	١٦,١	١١,١	٤,٧	٤,٧-	٣١,٧-
٣٠,٠	٢٩,٤	٢٨,٧	٢٨,٠	٢٧,٤	٢٦,٧	٢٦,٠	٢٥,٣	٢٤,٦	٢٣,٨	٢٣,١	١٩,١	١٤,٥	٩,٠	١,٦	١١,١-
٣٢,٥	٣١,٩	٣١,٢	٣٠,٦	٢٩,٩	٢٩,٣	٢٨,٦	٢٧,٩	٢٧,٢	٢٦,٥	٢٥,٨	٢٢,١	١٧,٨	١٢,٨	٦,٦	٢,٤-
٣٥,٠	٣٤,٣	٣٣,٨	٣٣,١	٣٢,٥	٣١,٩	٣١,٢	٣٠,٦	٢٩,٥	٢٩,٢	٢٨,٥	٢٤,٩	٢١,٠	١٦,٤	١١,٠	٣,٩
٣٧,٥	٣٦,٩	٣٦,٣	٣٥,٧	٣٥,١	٣٤,٤	٣٣,٨	٣٣,٢	٣٢,٥	٣١,٩	٣١,٢	٢٧,٧	٢٤,٠	١٩,٨	١٤,٩	٨,٩
٤٠,٠	٣٩,٤	٣٨,٨	٣٨,٢	٣٧,٦	٣٧,٠	٣٦,٤	٣٥,٨	٣٥,١	٣٤,٥	٣٣,٩	٣٠,٥	٢٦,٩	٢٣,٠	١٨,٥	١٣,٣

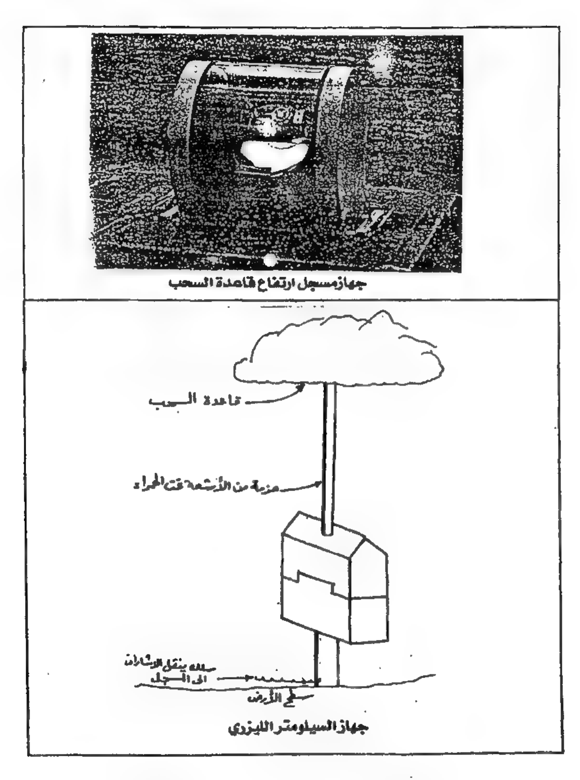
ذلك أن الصباح الباكر لليوم التالى ستنخفض فيه درجة حرارة الهواء إلى دون نقطة الندى وبالتالى نتوقع حدوث الندى والشابورة والضباب، وإذا كانت نقطة الندى المسجلة فى نهاية فترة ما بعد الظهر قريبة من الصفر المئوى أو تساويه فيكون من المتوقع حدوث الصقيع ويتم التحذير منه.

رصد السحب Cloud Measurement:

يعد رصد السحب من الأرصاد الجوية الهامة جداً بسبب ارتباطها بظاهرة التساقط مصدر المياه العذبة على سطح الكرة الأرضية، فالتعرف على نوع السحب يساعد على تحديد صافى الاشعاع الشمسى، وفترة سطوع الشمس، والتنبؤ بتكون الأعاصير، وسقوط المطر أو الثلج أو البرد، وحدوث عواصف البرق والرعد والتحذير منها.

ويتم ملاحظة السماء للتعرف على نوع السحب والمساحة المغطاة بالسحب منها، وارتفاع قاعدة السحب عن مستوى سطح الأرض. ويعتمد تحديد نوع السحب والمساحة من السماء المغطاة بالسحب على معلومات الراصد وتقديره لها، فيقوم الراصد بتقسيم القبة السماوية بمجرد النظر إليها بالعين إلى ثمان أجزاء أو عشرة، ثم يقوم بتقدير نسبة تغطية السماء بالسحب مقدرة بالأثمان أو الأعشار، كما يلاحظ الراصد أيضاً نوع السحب ومستوياتها الثلاثة معتمداً على دليل مصور يعرفه بشكل كل نوع، وتكمن الصعوبة فى حالة وجود أكثر من نوع من السحب فى السماء فى آن واحد ولكل منهم مستوى ارتفاع معين، ففى هذه الحالة ستكون عملية الرصد مستحيلة.

ويتم تقدير ارتفاع قاعدة السحب عن مستوى سطح الأرض آلياً بواسطة جهاز مسجل ارتفاع قاعدة السحب **Cloud base height recorder**، وهو مسلط ضوئى Projector مثبت على سطح الأرض يتكون من مرسل ضوئى ومستقبل ومسجل حيث يقوم الجهاز بارسال حزمة ضوئية مركزة فى اتجاه رأسى عمودى على سطح الأرض نحو السماء، فعندما يصطدم بالسحب



جهاز مسجل ارتفاع قاعدة السحب

جهاز السيلومتر الليزري

شكل رقم (٢١) أجهزة رصد ارتفاع قاعدة السحب

تعكس السحب الأشعة الضوئية نحو الأرض مرة أخرى فيستقبلها المستقبل وعن طريق تسجيل المدة الزمنية بين ارسال واستقبال الأشعة الضوئية يقوم المسجل بحساب ارتفاع قاعدة السحب عن مستوى سطح الأرض – شكل رقم (٢١).

ويوجد نوع آخر من أجهزة تسجيل ارتفاع قاعدة السحب يعرف بالسيلومتر Ceilometerوهو مسلط ضوئي يعمل بالليزر Laser - beam Celiometer وهو مثبت على سطح الأرض يرسل موجات من الاشعة تحت الحمراء في اتجاه رأس عمودي على سطح الأرض نحو السماء، ينعكس جزء من تلك الموجات نحو الجهاز فيستقبلها، وعن طريق حساب المدة الزمنية بين وقت الارسال والاستقبال يتم تسجيل ارتفاع قاعدة السحب في مسجل وتعرض الارتفاعات على شاشة المسجل. شكل رقم (٢١).

قياس المطرRain Measarement:

يعد قياس المطر من الأرصاد الجوية الهامة لما ترتبط به الميزانية المائية على سطح الأرض وأشكال الجريان السطحي، وتعكس كمية المطر مستوى غزارته، الأمر الذي يحدد مستوى الأثر النفعي منه، أو مستوى الضرر الذي يمكن أن يسببه إذا تحول إلى سيل وفاضت الأرض بالماء.

ويعد مقياس المطر Rain Gauge أبسط الاجهزة المستخدمة في قياس كمية المطر، فهو يتكون من اسطوانة معدنية طولها ٥٨ سم، وقطرها ٢٠سم مفتوحة من أعلى ويوجد بداخلها مخروط يجمع مياه الأمطار حين تسقط في انبوب مدرج قطره ٢ سم وبعد فترة سقوط الامطار يقوم الراصد بحساب كمية المياه المتجمعة بقراءة التدريج الذي يوضح ارتفاع مياه المطر. ومن عيوب هذا الجهاز هو عدم تسجيله لخصائص المطر مثل الغزارة Intensity أو فترة سقوط المطر (مدة الهطول) Duration.

ويقاس المطر آلياً بواسطة جهاز وزن مياه المطر Weighting - bucket rain gouge وهو جهاز يعتمد في تحديد كمية المطر على وزن مياه الامطار

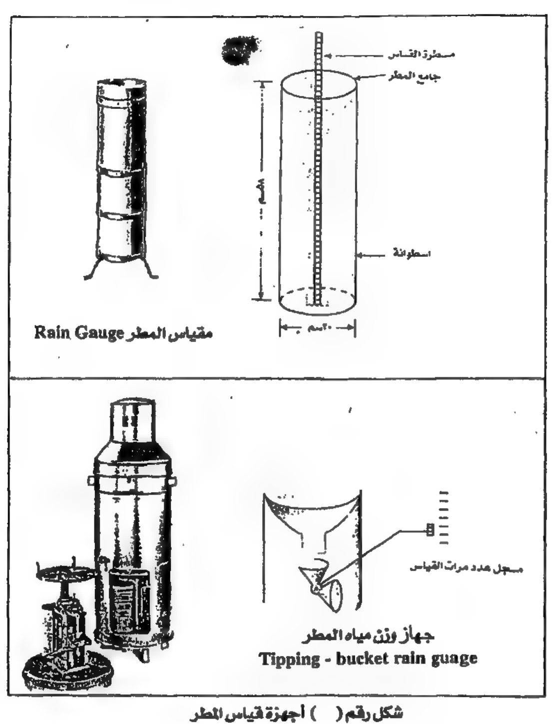
المتجمعة فى الانبوب المكشوف ويسجل كميتها بيانياً بواسطة ريشة مثبتة فوق ورقة رسم بيانى خاصة تحيط بساعة على شكل اسطوانة تدور دورة كاملة كل ٢٤ ساعة أو كل أسبوع. وهو بذلك يسجل كمية المطر الساقطة على مدار اليوم الواحد أو أسبوع كامل مما يساعد على تحديد فترة الهطول، وشدة المطر. شكل رقم (٢٢).

ويقاس المطر آلياً ايضاً بواسطة جهاز أكثر دقة من جهاز وزن المياه ويسمى Tipping - bucket rain guage وهو جهاز يتكون من أسطوانة مفتوحة من أعلى يوجد بداخلها قمع يسمح بتجميع مياه المطر فى دلوين صغيرين سعة كل منهما ٢٥ , ملليمتر من المطر، فعندما يمتلئ أحد الدلوين بالمياه يقوم بسكبه آلياً فى وعاء كبير أسفله، ويحل الدلو الآخر محله فعندما يمتلئ بالمياه يقوم بسكبه أيضاً، ويتناوب الدلوين تجميع المياه وسكبها وعودتهما إلى الوضع الأول لتجميع المطر، ويقوم الجهاز بحساب كمية المطر الساقط عن طريق تسجيل عدد مرات سكب المياه من الدلوين على ورقة بيانية مثبتة فوق ساعة على هيئة اسطوانة، أو ترسل مرات التسجيل على هيئة اشارات كهرومغناطيسية إلى جهاز حاسب آلى لتسجيلها وحفظها واستخراجها.

قياس الثلج :

تشمل قياسات الثلج قياس عمق الثلج المتساقط والمتراكم خلال ٢٤ ساعة، وكمية المياه المذابة من هذا الثلج.

وتصلح أجهزة قياس المطر فى قياس الثلج حيث يتم رفع أنبوب تجمع الثلج واذابة ما به من ثلج وتحديد كمية المياه التى تقابلـه. فى حين يتم قياس عمق الثلج باستخدام مسطرة مدرجة توضع رأسياً فى الثلج المتراكم على سطح الأرض، وغالباً ما تؤخذ ثلاثة قراءات فى ثلاثة مواضع مختلفة من سطح الأرض المنبسط ثم يحسب المتوسط الحسابى لعمق الثلج فى تلك المواضع.



شكل رقم (   ) أجهزة قياس المطر

الرصد الجوي داخل الغلاف الجوي Upper Air Weather Observation،

ويتم رصد عناصر الجو من خلال أجهزة الراديو ساوند Radiosondes، وهو جهاز راديو يطلق إلى الغلاف الجوى بواسطة إسقاطه من طائرة مخصصه تسمى Dropsound ويكون مزوداً ببالون مملوء بالغاز الخفيف ومظلة Parachute وهو موضوع بصندوق مزود بثرموستات (ترمومتر كهربائى) وبارومتر ومقياس رطوبة كهربائيان، ويقوم الجهاز ببث إشارات كهرومغناطيسية تشــرح القطــاع الرأســى لدرجـــة الحــرارة، والضــغط الجوى، الرطوبة النسبية، حتى ارتفاع ٣٠ كيلو متراً فوق مستوى سطح البحر.

وتزود أجهزة الراديو ساوند الحديثة بأجهزة نظام تحديد المواقع العالمية GPS تستخدم فى تحديد اتجاهات الرياح وتسمى الارصاد فى هذه الحالة Rawinsounde. وعندما ينفجر البالون تفتح المظلة ويهبط الجهاز ببطء إلى سطح الأرض.

ويتم ارسال أجهزة الراديو ساوند مرتان يومياً الأولى فى منتصف اليوم (١٢ ظهراً) والثانية فى منتصف الليل (الساعة صفر) حسب توقيت جرينتش، ولا تقوم كثير من الدول بهذا النوع من الرصد باعتباره باهظ الثمن لأن معظم أجهزة الراديو ساوند تفقد ولا يستدل على مواقعها ويصعب استردادها لاستخدامها مرة أخرى.

الفصل الثالث

الرصد الجوي باستخدام الأقمار الاصطناعية

- مقدمة
- مدارات الأقمار الاصطناعية الميتيورولوجية
- أنماط الرصد الفضائي لعناصر الجو
- تطور انتاج الأقمار الاصطناعية الميتيورولوجية
- بيانات الأقمار الاصطناعية الميتيورولوجية
  - أقمار المدار القطبي
  - أقمار مدار الثبات الجغرافي

مقدمة:

أضاف رصد الغلاف الجوى وعناصره المختلفة عن طريق تصويره بموجات متعددة من الاشعاع الكهرومغناطيسى من ارتفاعات بعيدة عن سطح الأرض باستخدام الأقمار الاصطناعية إيجابيات كثيرة لعمليات رصد عناصر الجو، فقد سهل ذلك الحصول على معلومات مناخية تفصيلية كان يتعذر الحصول عليها بدقة من مصادر أرضية مثل رصد تدفق الطاقة خلال طبقات الغلاف الجوى، ورصد السحب وحمولتها ودرجة حرارتها، ورصد الأعاصير المدارية وعواصف البرق والرعد ومراقبتها وتتبع حركتها لحظة بلحظة مما سهل عملية تحديد مساراتها واتجاه حركتها والتحذير من أخطارها.

ولا يقتصر الرصد الجوى بالأقمار الاصطناعية على مواقع محددة كما هو الحال فى الرصد الجوى على سطح الأرض أو بواسطة أجهزة الراديو ساوند فى الغلاف الجوى، بل إنه يشمل مساحات واسعة من سطح الأرض والغلاف الجوى فيعطى صورة شاملة متكاملة تملأ الفراغات الأرضية التى لا تغطيها محطات الرصد الجوى على سطح الأرض، وترصد الجو فى نطاقات كان يتعذر الوصول إليها وإقامة محطات الرصد فيها مثل الغطاءات الجليدية والسلاسل الجبلية والصحارى القاحلة وفوهات البراكين على سبيل المثال لا الحصر.

وتوفر الصورة الفضائية تحليلاً دقيقاً لكل من الظاهرات الجغرافية على سطح الأرض وخصائص الغلاف الجوى الذى يعلوها فى رؤية شاملة لهما فى آن واحد، فيمكن التعرف على الظاهرات الموجودة بالنطاق الأرضى والأحوال الجوية الموجودة فوقه والمتأثرة بها مما يسهل الربط بين الظواهر الجوية والأرضية فى آن واحد، ويسهل تحليل تلك العلاقة بينهما.

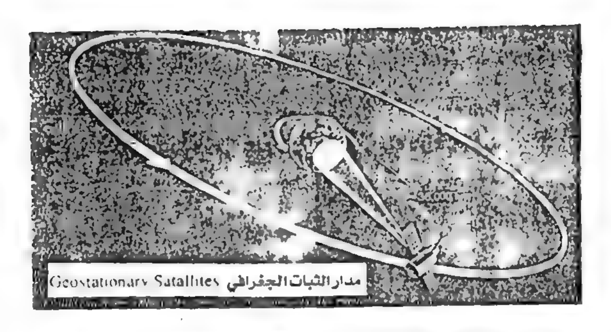
وسهلت تكنولوجيا الاستشعار من بعد التى تقرأ وتفسر وتحلل وتعالج الصور الفضائية وتصنف خصائصها آلياً سهلت بكل دقة دراسة ظاهرات جوية متعددة مثل ميزانية الغلاف الجوى من الغازات وبخار الماء والمواد العالقة، وعلاقتها بالعمليات الطبيعية مثل الاحتباس الحرارى، الميزانية المائية، التمثيل

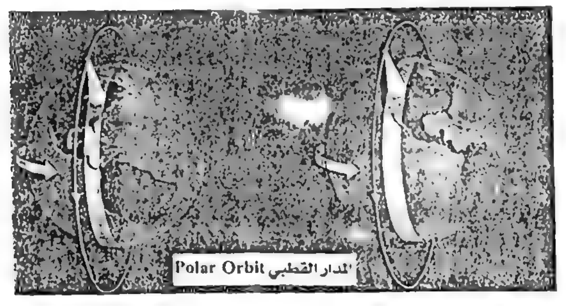
الكلوروفيلى، كما سهلت تفسير بعض الظاهرات المناخية البيئية مثل ظاهرة الجفاف، والعواصف الرملية، ظاهرة التصحر، ظاهرة النينيو، الأمطار الحمضية، التلوث الهوائى، استنزاف طبقة الأوزون، وغيرها من العمليات الجوية الهامة بيئياً واقتصادياً.

وتتعدد الأقمار الاصطناعية الخاصة بالأرصاد الجوية وتتباين فى وظائفها ومداراتها حول الأرض، والدول التى تملكها وتستقبل بياناتها، وتعد كل من الولايات المتحدة الأمريكية، وكالة الفضاء الأوروبية، الصين، الهند، اليابان هى الدول الوحيدة على مستوى العالم التى تملك أقمار اصطناعية خاصة بالأرصاد الجوية Metorological satellites (Metsats) تقوم برصد خصائص الغلاف الجوى تدور فى مدارات وعلى ارتفاعات وفى أوقات متباينة، وأصبح من السهل الحصول على بيانات تلك الأقمار وتحليلها واستنتاج التقارير والنشرات الجوية ونشرها فى وسائل الإعلام المختلفة وعلى شبكة الانترنت لكى يستفيد منها كل من له علاقة والمهتمين بأحوال الطقس.

مدارات الأقمار الاصطناعية الميتيورولوجية:

توضع الأقمار الاصطناعية على ارتفاعات معينة من سطح الأرض وتدور فى مسارات (مدارات) حول الأرض تمكنها من تصوير الأرض والغلاف الجوى من مواضع مختلفة وفى أوقات معينة، وتلتقط صوراً لمساحات متباينة أيضاً. وتدور الأقمار الاصطناعية الميتيورولوجية حول الأرض فى مدارين مختلفين، الأول يعرف بالمدار القطبى Polar Orbit وفيه يدور القمر الاصطناعى دورة كاملة حول الأرض فى مسار من القطب الشمالى نحو القطب الجنوبى ثم إلى القطب الشمالى مرة أخرى، والثانى يعرف بمدار الثبات الجغرافى Geostationary Orbit وفيه يوضع القمر الاصطناعى عند نقطة يتقاطع فيها خط طول معين مع مستوى الاستواء ويدور فى اتجاه دوران حركة الأرض وبنفس سرعة دوران الكرة الأرضية حول محورها الرأسى فيظهر بالنسبة للأرض فى موضع ثابت. شكل رقم (٢٣).





شكل رقم (٢٢) مدارات الأقمار الاصطناعية الميتيورولوجية

المدار القطبي Polar Orbit:

وفيه توضع الأقمار الاصطناعية على ارتفاع يتراوح بين ٨٠٠، ١٠٠٠ كيلومتراً فوق مستوى سطح الأرض، فى مسار يتوافق مع امتداد خطوط الطول من القطب إلى القطب، وللمدار القطبى حالتان مختلفتان مرتبطتان بمدار القمر بالنسبة لاتجاه الشمس هما:

١- مدار قطبي متوافق مع المدار الشمسي الزمني Sun- synchronous Polar Orbit

وفيه يميل القمر أثناء دورانه من القطب إلى القطب بزاوية ثابتة بالنسبة لاتجاه الشمس تجعله يستقبل دائماً الطاقة الشمسية. وعلى هذا الأساس يقوم القمر بتصوير الأرض على هيئة شرائح طولية تتفق مع امتداد خطوط الطول، وهو بذلك يوفر بيانات للاقليم المصور فى الوقت نفسه كل يوم.

ويدور القمر الاصطناعى دورة كاملة حول الأرض فى زمن يتراوح بين ١٠٠، ١١٠ دقيقة، ويعنى ذلك أنه يدور حول الأرض أربع عشرة دورة كل يوم، كما أن القمر يدور حول الأرض من القطب الشمالى نحو القطب الجنوبى خلال النهار (فوق الجانب المضئ من الأرض) ومن القطب الجنوبى نحو القطب الشمالى خلال الليل (فوق الجانب المظلم من الأرض). وعندما يصل القمر إلى القطب الشمالى بعد انتهاء دورته حول الأرض تكون الأرض قد دارت تحته حول محورها ٢٥° طولية نحو الشرق فيبدأ القمر فى تصوير شريحة طولية جديدة تقع إلى الغرب من الشريحة الأولى بنحو ٢٥° طولية أو ما يشكل نحو ٣٠٠٠ كيلومترا تقريبا.

٢- مدار قطبي غير متوافق مع المدار الشمسي الزمني Non-Synchronous Polar Orbit

وفيه لا يحتاج القمر أن يميل بزاوية محددة ثابتة فى اتجاه الشمس، وفى هذه الحالة لا يعتمد القمر على طاقة الشمس فى توليد طاقته، فله مولدات للطاقة أخرى وبالتالى يصور الأرض فى أى وقت وبمدار خاص به فى كل مرة.

مدار الثبات الجغرافي Geostationary Satallites:

وفيه توضع الأقمار الاصطناعية على ارتفاع ٣٦٠٠٠ كيلومتر تقريبا فوق سطح البحر، فى مسار يتوافق مع امتداد دائرة الاستواء وعند موضع تقاطع خط طول معين معها، ويدور القمر بسرعة تعادل سرعة دوران الأرض حول محورها، وبذلك يظهر القمر عند النظر إليه من سطح الأرض فوق موضعه باستمرار وكأنه ثابت لا يتحرك، وبالتالى فهو يقوم بتصوير مساحة واحدة باستمرار لمدة ٢٤ ساعة يوميا بواقع صورة كل ٣٠ دقيقة. وتغطى الأقمار الاصطناعية الميتيورولوجية التابعة لهذا المدار نحو ثلث مساحة الأرض تقريبا.

وتتميز الأقمار الاصطناعية الميتيورولوجية ذات المدار القطبى بأنها تصور الأرض على ارتفاعات منخفضة لا تتجاوز ١٠٠٠ كم مما يوفر دقة أعلى لبيان تفاصيل أكثر ولكن فوق مساحة صغيرة فى وقت أطول بين تكرار التقاط الصورة للمكان نفسه، فى حين تتميز أقمار مدار الثبات الجغرافى بأنها تصور على ارتفاعات كبيرة مساحة كبيرة من سطح الأرض ولكن على مدار اليوم الواحد وبفارق زمنى يبلغ ٣٠ دقيقة ليلاً ونهاراً، كما يمكن زحزحة مدارات بعض تلك الأقمار لكى تتبع ظاهرات جوية متحركة مثل الأعاصير المدارية.

أنماط الرصد الفضائي لعناصر الجو:

تستخدم الأقمار الاصطناعية الميتيورولوجية قنوات موجية مختلفة من الاشعاع الكهرومغناطيسى فهى تستخدم الموجات المرئية Visibal bands ، الموجات الحرارية Infrared bands ، الموجات الصوتية Sound bands فى تصوير خصائص الغلاف الجوى:

ويوفر التصوير الفضائى بالأشعة المرئية صوراً رقمية Digital Image بالأبيض والأسود عن طريق قياس الاشعاع المرئى المرتد من جزئيات الظاهرة يتدرج فيها اللون الرمادى بالتوافق مع مستويات العناصر المرصودة، فتستخدم فى تحديد أنماط السحب، ورصد العواصف الرملية، وغطاء الثلوج فوق اليابس

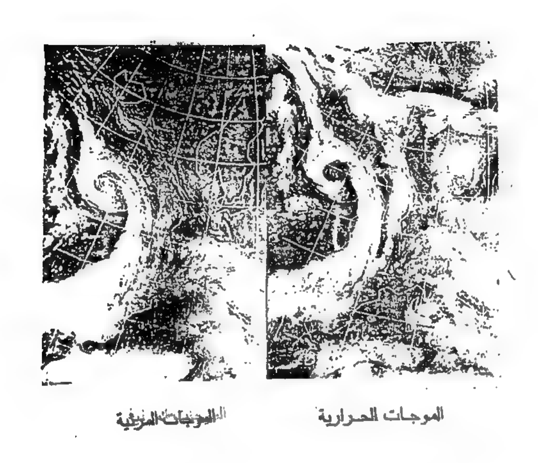
والماء، وتتبع حركة أعاصير الهيراكن والتورنادو وتحديد مراكزها والجبهات الهوائية بداخلها، والضباب وعواصف البرق والرعد.

وبالنسبة لرصد الأعاصير المدارية بالأشعة المرئية وبخاصة أعاصير الهيراكن أو التورنادو فإن رصد نمط السحب المصاحبة لها يمدنا بخصائص العاصفة من حيث الحجم، والتركيب اللولبي لها، وتحديد عين الاعصار، وتتبع مراحل الاعصار ونموه ومساره. وجميع تلك القياسات يمكن تفسيرها عن طريق تفسير تدرج اللون الرمادى من اللون الفاتح إلى اللون الداكن. شكل رقم (٢٤).

ويوفر التصوير الفضائى بالأشعة الحرارية استشعار خصائص العناصر الجوية عن طريق قياس الانبعاث الحرارى المرتد من جزئيات الظاهرة، فعلى سبيل المثال يمكن تحديد ارتفاعات السحب عن طريق تقدير درجة حرارتها، فالسحب فى المستويات المنخفضة تكون أدفأ من نظيرتها فى المستويات الأعلى التى تكون أبرد نسبياً، كذلك يمكن تحديد حرارة قمم السحب بالنسبة لقواعدها، ومتوسط احتواءها على المياه أو الثلوج، وتيار الحمل الحرارى بداخلها، وشدة عواصف البرق والرعد.

ويمكن استشعار حركة الرياح الأفقية والرأسية حرارياً عن طريق تتبع حركة السحب وارتفاعاتها بالمستشعرات الحرارية التى تقيس الاشعاع الحرارى للسحب، ويمكن استشعار كمية بخار الماء الموجودة فى الجو حرارياً (الرطوبة الجوية) ويمكن بذلك تصنيف نطاقات سطح الأرض تبعا للرطوبة الجوية، وبالمثل يمكن تحديد نسب تركيز غازات الغلاف الجوى وبخاصة غازات الاحتباس الحرارى (ثانى أكسيد الكربون، أكسيد النيتروز، الأوزون، الميثان، بخار الماء، الكلورفلوروكربون)، كما يمكن رصد بعض الظاهرات المناخية البيئية مثل الأمطار الحمضية، استنزاف طبقة الأوزون.

ويوفر التصوير الفضائى الحديث بالموجات الصوتية صوراً رقمية للقطاع الرأسى لكل من درجة الحرارة والرطوبة فى الغلاف الجوى حتى ارتفاع ٤٨ كم من سطح الأرض، أو خلال المستوى الرأسى بين مستوى الضغط الجوى عند سطح البحر (١٠١٣,٢٥ ملليبار) وحتى ارتفاع مستوى ضغط ٢٠٠ ملليبار.



شكل رقم (٢٤) رصد الأعاصير بالأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء

تطور إنتاج الأقمار الاصطناعية الميتيورولوجية:

بدأ رصد الغلاف الجوى بالأقمار الاصطناعية منذ عام ١٩٦٠م عندما أطلقت الولايات المتحدة الأمريكية قمر TIROS-1 فى أول أبريل عام ١٩٦٠م وكان أول قمر صناعى يرصد غطاء السحب ويمدنا بصور فوتوغرافية لها، حيث استخدمت كاميرا تلفزيونية فى عملية الرصد من ارتفاع ٧٢٠ كم فوق سطح الأرض. وتوالى إطلاق أقمار (Television and Infrared Operational Satatllite) TIROS فبلغت عشرة أقمار تناوبت العمل بحلول عام ١٩٦٥، وأضيفت للأقمار الأخيرة منها ماسح بالأشعة الحرارية يستخدم فى المسح الليلى يعمل مع الماسح التلفزيونى الذى يستخدم فى المسح النهارى ثم تطورت تقنية الأقمار الاصطناعية بعد ذلك فأطلقت الولايات المتحدة الأمريكية مجموعات من الأقمار الاصطناعية الميتيورولوجية نستعرضها فيما يلى:

١- سلسلة أقمار (Environmental Science Services Administration) ESSA وهى مكونة من تسعة أقمار تناوبت العمل خلال الفترة بين عامى ١٩٦٦، ١٩٧٣.

٢- سلسلة أقمار Nimbus وهى مكونة من سبعة أقمار تناوبت العمل خلال الفترة بين عامى ١٩٦٤، ١٩٧٨.

٣- سلسلة أقمار (Applications Technology Satellite) ATS وهى مكونة من ثلاثة أقمار تناوبت العمل خلال الفترة بين عامى ١٩٦٦، ١٩٦٧.

٤- سلسلة أقمار (Improved Tiros System) ITOS ظهرت فى عام ١٩٧٠ وكانت بداية للجيل الثانى للأقمار الاصطناعية التى تعمل ليلاً ونهاراً، استبدلت بعد ذلك فى نهاية عام ١٩٧٠ بسلسلة أخرى تسمى (National Oceanic and Atmospheric Administration) NOAA وهى سلسلة تعمل حتى الآن وبلغ عددها ١٧ قمراً يعمل منها الآن NOAA-16, NOAA-17 فى المدار القطبى.

٥- سلسلة أقمار GOES (Geostationary Operational Environmental Satellite) أطلق أول قمر منها عام ١٩٧٥ وهى سلسلة تعمل حتى الآن ويبلغ عددها ١٢ قمراً يعمل منها الآن GOES-12, GOES-10, GOES-9 فى مدار الثبات الجغرافى.

٦- سلسلة أقمار DMSP (Defense Meteorological Satellite Program) وهى مكونة من خمسة أقمار أطلقتها هيئة الدفاع الأمريكية بالتعاون مع NOAA وأطلق أول قمر منها عام ١٩٩٤م وهى سلسلة تعمل حتى الآن يعمل منها الآن القمران DMSP-F15, DMSP-F13 فى المدار القطبى.

ونظراً لأهمية الأقمار الميتيورولوجية على مستوى العالم فقد قامت اليابان بإطلاق سلسلة أقمار GMS (Geostationary Meteorological Satellite) التى أطلق أول قمر منها عام ١٩٧٧ وانتهى العمل بآخرها GMS-5 عام ٢٠٠٣م.

وأطلقت وكالة الفضاء الأوروبية ESA (European Space Agency) مجموعة من سلاسل الأقمار الاصطناعية الميتيورولوجية نستعرضها فيما يلى:

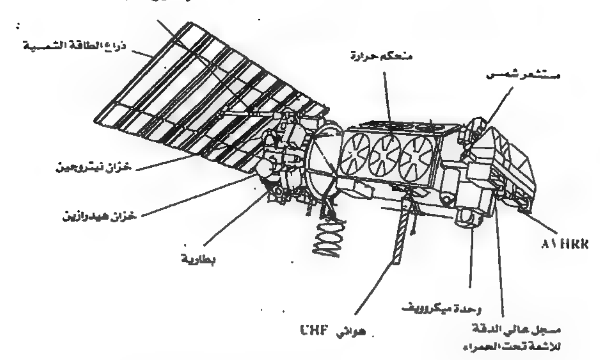
١- سلسلة أقمار Meteosat (The ESA's Geostationary Satellite) الذى أطلق أول أقمارها عام ١٩٧٧م وهى تعمل حتى الآن حيث يعمل منها قمر Meteasat-8, Meteosat-7, Meteosat-5 فى مدار الثبات الجغرافى.

٢- سلسلة أقمار ERS وهى مكونة من قمرين يعمل منها الآن ERS-2 فى المدار القطبى.

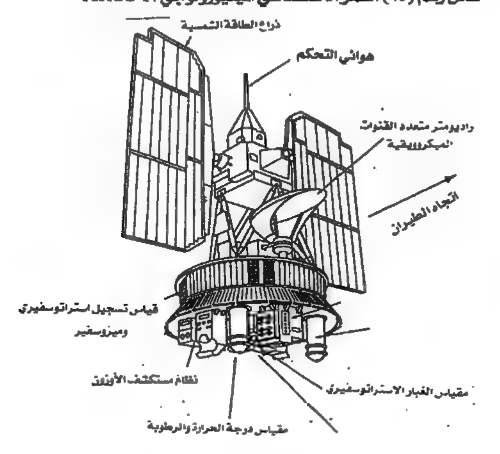
٣- القمر PROBA الذى أطلق عام ٢٠٠١م ويعمل حتى الآن فى المدار القطبى.

٤- القمر Envisat الذى أطلق عام ٢٠٠٢م ويعمل حتى الآن فى المدار القطبى.

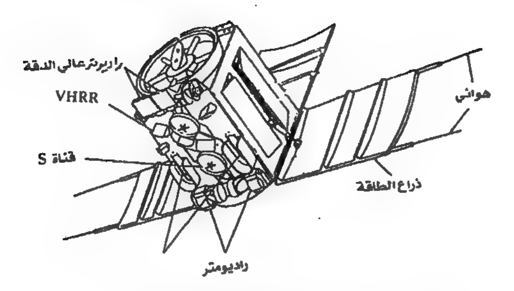
وأطلقت روسيا أول قمر صناعى ميتيورولوجى عام ١٩٩١ باسم Meteor ويعمل منها حتى الآن Meteor-3N5 فى المدار القطبى غير المتوافق مع المدار الشمسى الزمنى، وسلسلة أخرى باسم Goms أطلق منها قمراً واحداً باسم



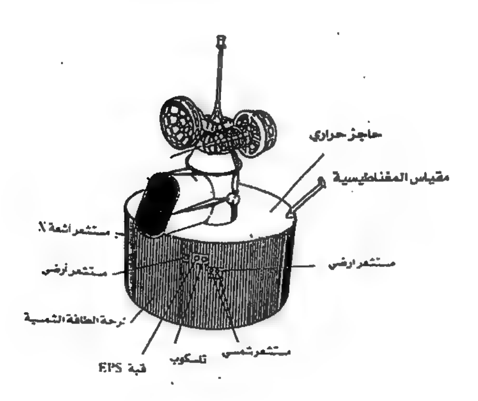
شكل رقم (٢٥) القمر الاصطناعي الميتيورولوجي TIROS-N



شكل رقم (٢٦) القمر الاصطناعي الميتيورولوجي NIMBUS



شكل رقم (٢٧) القمر الاصطناعي الميتيورولوجي NOAA



شكل رقم (٢٨) القمر الاصطناعي الميتيورولوجي GEOS-N

Goms-N1 وخرج من العمل عام ١٩٩٨م، وجارى العمل فى القمر المطور الجديد Goms-N2 الذى يخطط لإطلاقه عام ٢٠٠٦م.

وأطلقت الهند أول قمر صناعى ميتيورولوجى لها عام ١٩٨٢ باسم INSAT ثم استمرت فى انتاج تلك السلسلة من الأقمار الاصطناعية ويعمل منها الآن القمر INSAT 2E فى مدار الثبات الجغرافى، وفى عام ٢٠٠٢ أطلقت سلسلة أخرى تسمى kalpana يعمل أول قمر منها حتى الآن.

وأطلقت الصين أول قمر صناعى ميتيورولوجى لها عام ١٩٩٧ باسم Fy-2A ثم حل محله القمر Fy-2B عام ٢٠٠٠م ولا زال يعمل حتى الآن فى مدار الثبات الجغرافى، وأطلقت فى المدار القطبى القمر Fy-1C عام ١٩٩٩ ثم حل محله القمر Fy-1D عام ٢٠٠٢م.

بيانات الأقمار الاصطناعية الميتيورولوجية:

تتباين الأقمار الاصطناعية الميتيورلوجية تبعاً لوظيفة كل منها فى رصد عناصر الغلاف الجوى ولهذا السبب تتباين من حيث قنوات الرصد والمدى الموجى لكل قناة الذى يتناسب مع الظاهرة المرصودة وخصائص المساحة المغطاة التى يحددها مدار القمر الاصطناعى، ولتوضيح ذلك بالتفصيل نستعرض بيانات الأقمار الاصطناعية تبعاً لنوع المدار الذى تتبعه على النحو التالى:

أولا: أقمار المدار القطبي:

يوضح الجدول التالى رقم (٦) توزيع خصائص الأقمار الاصطناعية الميتيورولوجية ذات المدار القطبى التى تعمل فى الوقت الحاضر.

جدول رقم (٦) توزيع خصائص الأقمار الاصطناعية الميتيورولوجية العاملة

المدار القطبى	اسم القمر	المنشأ	الارتفاع كم	تاريخ اطلاق القمر
Sun - Synchr. متوافق مع المدار الشمسى الزمنى صباحاً من الساعة ٦-الساعة ١٢ ، من الساعة ١٨- الساعة ٢٤ .	Noaa-17 DMSP-F15 Envisat PROBA	الولايات المتحدة الأمريكية الولايات المتحدة الأمريكية وكالة الفضاء الأوروبية وكالة الفضاء الأوروبية	٨١٢ ٨٥٠ ٨٠٠ ٦١٥	٢٠٠٢/٦ ١٩٩٩/١٢ ٢٠٠٢/٣ ٢٠٠١/١٠
متوافق مع المدار الشمسى الزمنى ظهراً من الساعة ١٢-٦، الساعة ٠-٤	NOAA-16	الولايات المتحدة الأمريكية	٨٥١	٢٠٠٠/٩
متوافق مع المدار الشمسى الزمنى فى الصباح الباكر الساعة ٤-٦، الساعة ١٦-١٨	DMSP-F13	الولايات المتحدة الأمريكية	٨٥٠	١٩٩٥/٣
متوافق مع المدار الشمسى الزمنى صباحا	FY-1D	الصين	٨٦٦	٢٠٠٢/٥
Non-Sun- Synchr. غير متوافق مع المدار الشمسى أو غير محدد المدار	METEOR 3-N5	روسيا	١٢٠٠	١٩٩١/٨

1- World Meteorological Organization, WMO space Program, November, 2003.

القمر NOAA-17:

أطلقته الولايات المتحدة الأمريكية فى ٢٠٠٢/٦/٢٤ وبدأ العمل فعليا فى ٢٠٠٢/١٠/١٥م، وقد حل محل القمر NOAA-15، وهو يعمل فى مدار قطبى متوافق مع المدار الشمسى ويميل بزاوية ٩٨ درجة على المحور الرأسى للأرض وعلى ارتفاع ٨١٢ كم من سطح البحر، وتعتبر نقطة الساعة العاشرة وسبع عشرة دقيقة هى نقطة الهبوط ascending Node التى يبدأ عندها القمر فى الحركة من القطب الشمالى نحو القطب الجنوبى ويسمى هذا المدار مدار صباحى Morning Orbit.

ويحمل القمر NOAA-17 ستة أجهزة قياس لاستشعار العناصر الجوية وبيانها كالآتى:

١- مستشعر (The Advanced Very High Resolution Radiometr) AVHRR/3 وهو مكون من ست قنوات مرئية وحرارية تستخدم لقياس الغطاء النباتى، السحب، البحيرات، خطوط الشواطئ، الثلج، المواد العالقة، الجليد.

٢- مستشعر (The High Resolution Infrared Radiation Sounder) HIRS/3 وهو يقيس انبعاث الطاقة فى الغلاف الجوى لرسم القطاع الرأسى لدرجة الحرارة من سطح الأرض حتى ارتفاع نحو ٤٠ كم، وهذه القياسات للطاقة تستخدم لتوضيح درجة حرارة سطح المحيطات، مستويات الأوزون، مياه التساقط، ارتفاع السحب، الاشعاع الأرضى.

٣- مستشعر (The Advanced Microwave Sounding Unit-A)AMSU-A وهو يستخدم فى قياس الاشعاع فى مدى موجات الميكروويف، وتستخدم بيانات هذا القياس بالتكامل مع بيانات المستشعر HIRS لحساب التوزيع الأفقى لدرجة الحرارة على سطح الأرض، وقطاعات الرطوبة من سطح الأرض حتى الطبقة العليا من الاستراتوسفير، عند مستوى ضغط جوى ٢ ملليبار (٤٨ كم من سطح البحر). وحساب القطاعات الرأسية لبخار الماء من

سطح الأرض وحتى مستوى ضغط جـوى ٢٠٠ ملليبار (١٢ كم من سطح البحر).

٤- مستشعر The Space Environmental Monitor) SEM-2) وهو يمدنا بقياسات توضح شدة الاشعاع الأرضى.

٥- جهاز The Search and Rescue) SAR) وهو مخصص لتحديد مكان أجهزة الارسال بالأقمار الأخرى.

٦- نظام The Data Collection System) DCS) وهو يستخدم فى تجميع وتحليل قياسات درجة الحرارة، الضغط الجوى، التساقط على هيئة مطر، التساقط الثلجى، وسرعة واتجاه الرياح والتيارات البحرية.

٧- مستشعر (The Solar Backscatter Ultraviolet Spectral Radiameter) SBUR ويستخدم فى قياس الاشعاع الشمسى، وإجمالى تركيز الأوزون، والقطاع الرأسى لغاز الأوزون فى الغلاف الجوى.

القمر NOAA-16:

أطلقته الولايات المتحدة الأمريكية فى ٢٠٠٠/٩/٢١، وبدأ العمل فعلياً فى مارس ٢٠٠١ بدلاً من القمر NOAA-14 وهو يعمل فى مدار قطبى متوافق مع المدار الشمسى يميل بزاوية ٩٨° على المحور الرأسى للأرض على ارتفاع ٨٥١ كم فوق سطح البحر، وتعتبر نقطة الساعة الثالثة عشرة وثلاث وخمسون دقيقة نقطة الهبوط، ويسمى مداره مدار مسائى، وهو يحمل أجهزة القياس نفسها التى يحملها القمر NOAA-17.

القمران DMSP-F15 , DMSP-F13:

وهى تمثل ما تبقى من سلسلة مكونة من خمسة أقمار بدأت الولايات المتحدة الأمريكية فى إطلاقها عام ١٩٩٤ بالتعاون مع NOAA وقد أطلق القمر DMSP-F13 فى مارس ١٩٩٥م، أطلق القمر DMSP-15 فى سبتمبر ٢٠٠٠، وكلاهما يدور فى مدار قطبى صباحى متوافق مع المدار الشمسى على ارتفاع

٨٥٠ كم فوق سطح البحر ويحمل مستشعرات تعمل بالموجات المرئية والحرارية لتجميع بيانات عن التوزيع الجغرافى للسحب على سطح الأرض، والاشعاع الأرضى خلال فترتى النهار والليل. وهذه البيانات متاحة للمدنيين والعسكريين فى آن واحد.

القمر Envisat :

أطلقته وكالة الفضاء الأوروبية فى أول مارس ٢٠٠٢ وهو يعمل فى مدار قطبى صباحى متوافق مع المدار الشمسى على ارتفاع ٨٠٠ كم فوق سطح البحر، وتتعدد وظائف القمر حيث يقوم بقياس التوزيع الجغرافى للتلوث الهوائى على سطح الأرض وبخاصة نسب تركيز غاز ثانى أكسيد النيتروجين، وقياس درجة حرارة البحار والمحيطات، ورصد ثقب طبقة الأوزون فوق القطب الجنوبى.

القمر PROBA:

أطلقته وكالة الفضاء الأوروبية فى أكتوبر ٢٠٠١ وهو يدور فى مدار قطبى صباحى يتوافق مع المدار الشمسى على ارتفاع ٦١٥ كيلومترا فوق سطح البحر، ويستخدم القمر فى قياس تدفق الطاقة فى الغلاف الجوى بالإضافة إلى رصد النبات الطبيعى والتربة.

القمر METEOR 3N5:

أطلقته روسيا فى أغسطس ١٩٩١ وهو يدور فى مدار قطبى غير متوافق مع المدار الشمسى على ارتفاع ١٢٠٠ كيلومتراً فوق سطح البحر، وهو يستخدم قناة الأشعة المرئية فى رصد الظاهرات الجوية مثل غطاء السحب، القطاعات الرأسية لدرجة حرارة الغلاف الجوى وكذلك الرطوبة، والرياح السطحية فوق البحار والمحيطات.

القمر FY- 1D:

أطلقته الصين فى ١٥ مايو ٢٠٠٢، وهو يدور فى مدار قطبى صباحى

متوافق مع المدار الشمسى، ويميل بزاوية ٩٨,٨° على المحور الرأسى للأرض وعلى ارتفاع ٨٦٦ كم فوق سطح البحر، وتعتبر نقطة الساعة ٨,٣٠ صباحاً هى نقطة الهبوط، ويحمل القمر مستشعر (The Multi-Channel Visible and IR Scan Radiometer) MVISR ويتكون المستشعر من عشر قنوات مرئية وحرارية تستخدم فى قياس غطاء السحب ليلاً ونهاراً، الثلج، النبات الطبيعى، بخار الماء، رطوبة التربة.

ثانيا: أقمار مدار الثبات الجغرافي:

يوضح الجدول التالى رقم (٧) توزيع خصائص الأقمار الاصطناعية الميتيورولوجية ذات المدار القطبى التى تعمل فى الوقت الحاضر.

جدول رقم (٧) توزيع خصائص الأقمار الاصطناعية الميتيورولوجية العاملة ذات مدار الثبات الجغرافي (٢٠٠٣/١١/٢٦)[١]

مدار الثبات الجغرافى	اسم القمر	دولة المنشأ	الموقع	تاريخ
شرق المحيط الهادى (١٨٠°غ – ١٠٨°غ)	GOES-10	الولايات المتحدة الأمريكية	١٣٥°غ	١٩٩٧/٤
غرب المحيط الأطلسى (١٠٨°غ – ٣٦°غ)	GOES-12	الولايات المتحدة الأمريكية	٧٥°غ	٢٠٠١/٧
شرق المحيط الأطلسى (٣٦°غ – ٣٦°ق)	METEOSAT-7 METEOSAT-8	المنظمة الأوروبية لاستثمار الأقمار الاصطناعية الميتيورولوجية	صفر° ١٠,٥°غ	١٩٩٧/٢ ٢٠٠٢/٨
المحيط الهندى (٣٦°ق – ١٠٨°ق)	METEOSAT-5	المنظمة الأوروبية لاستثمار الأقمار الاصطناعية الميتيورولوجية	٦٣°ق	١٩٩١/٣
	FY-2B	الصين	١٠٥°ق	٢٠٠٠/٦
	INSAT-2E	الهند	٨٣°ق	١٩٩٩/٤
	Kalpana-1	الهند	٧٤°ق	٢٠٠٢/٩
	INSAT-3A	الهند	٩٣,٥°ق	٢٠٠٣/٤
غرب المحيط الهادى (١٠٨°ق – ١٨٠°ق)	GOES-9	الولايات المتحدة الأمريكية	١٥٥°غ	١٩٩٥/٥

1- World Meteorological Organization, op, cit.

القمر GOES-9:

أطلقته الولايات المتحدة الأمريكية فى مايو ١٩٩٥م، وهو يعمل فى مدار الثبات الجغرافى فوق نقطة تقاطع خط طول ١٥٥° شرقاً مع خط الاستواء فوق المحيط الهادى وكان يعمل بجوار القمر اليابانى GMS-5 الذى أطلقته اليابان فى مارس ١٩٩٥ فوق نقطة تقاطع خط طول ١٤٠°شرقاً مع خط الاستواء، وعندما توقف القمر اليابانى عن العمل بعد خمس سنوات أصبح القمر GOES-9 يغطى مهمة القمر اليابانى منذ ٢٢ مايو ٢٠٠٣ لحين انتهاء اليابان من إطلاق القمر الجديد لها الذى يسمى MTSAT، وهو يحمل أجهزة القياس التالية:

١- المستشعر المصور The Imager، وهو عبارة عن جهاز متعدد القنوات الطيفية يستشعر الاشعاع الشمسى والطاقة المنعكسة من سطح الأرض (الألبيدو).

٢- المستشعر الصوتى The Sounder، وهو يقيس قطاعات درجة الحرارة، الرطوبة الجوية فى الغلاف الجوى، درجة حرارة سطح الأرض، درجة حرارة قمم السحب، وتوزيع الأوزون.

القمر GOES-10:

أطلقته الولايات المتحدة الأمريكية تحت إشراف NOAA فى أبريل ١٩٩٧، وهو يعمل فى مدار الثبات الجغرافى فوق نقطة تقاطع خط طول ١٣٥°غ مع خط الاستواء فوق المحيط الهادى، ويحمل القمر الأجهزة نفسها التى يحملها القمر GOES-9.

القمر GOES-12:

أطلقته الولايات المتحدة الأمريكية تحت إشراف NOAA فى يوليو عام ٢٠٠١م، وهو يعمل فى مدار الثبات الجغرافى فوق نقطة تقاطع خط طول ٧٥° غرباً مع خط الاستواء فوق المحيط الأطلسى، ويحمل جهازى القياس نفسهما



شكل رقم (٢٩) رصد السحب بالقمر الاصطناعي GOES

اللذان يحملهما القمر GOES-10 بالإضافة إلى مستشعر يسمى - The SolarX ray Imager (sx1) وهو يقيس ويصور الشمس والنشاط الشمسى فى أربع قنوات لأشعة اكس X-ray.

القمر5- METEOSAT:

أطلقته المنظمة الأوروبية لاستثمار الأقمار الاصطناعية الميتيورولوجية The European Organisation for the Exploition of Meteorological Satellites) EUMETSAT فى فبراير ١٩٩٧، وهو يعمل فى مدار الثبات الجغرافى فوق نقطة تقاطع خط طول ٦٣° شرقا مع خط الاستواء.

القمر7-METEOSAT:

أطلقته منظمة EUMETSAT فى فبراير ١٩٩٧، وهو يعمل فى مدار الثبات الجغرافى فوق نقطة تقاطع خط جرنتش مع خط الاستواء فوق المحيط الأطلسى.

القمر8-METEOSAT:

أطلقته منظمة MUMETSAT الأوروبية فى أغسطس ٢٠٠٢م وهو يعمل فى مدار الثبات الجغرافى فوق نقطة تقاطع خط طول ١٠,٥°غرباً مع خط الاستواء فوق المحيط الأطلسى.

القمر FY- 2B:

أطلقته الصين فى ٢٥ يونيو عام ٢٠٠٠م، وهو يعمل فى مدار الثبات الجغرافى فوق نقطة تقاطع خط طول ١٠٥ شرقاً مع خط الاستواء فوق المحيط الهندى، وللقمر أربع مهام رئيسية هى:

١- انتاج صور بالأشعة المرئية والحرارية لبخار الماء والسحب.

٢- إعادة انتاج الصور المأخوذة بالأشعة المرئية والحرارية بدقة منخفضة.

٣- جمع البيانات المناخية من محطات الارصاد الجوية الآلية.

٤-عرض البيئة الفضائية.

القمر INSAT-2E:

أطلقته الهند فى أبريل ١٩٩٩، وهو يعمل فى مدار الثبات الجغرافى فوق نقطة تقاطع خط طول ٨٣° شرقاً فوق المحيط الهندى، ويحمل القمر مستشعران هما:

١- مستشعر VHRR (Very High Resolution Radiometer) ويقوم برصد الأعاصير المدارية، الرياح الموسمية.

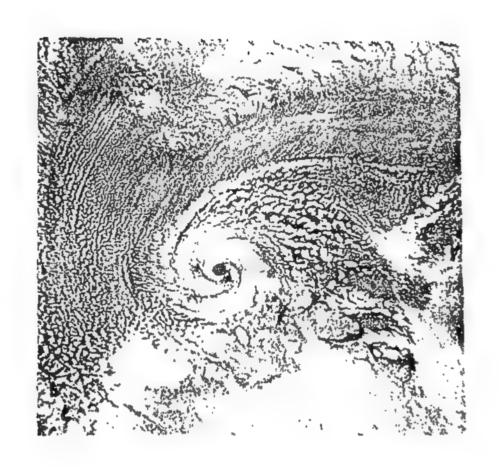
٢- مستشعر CCD (Charged Coupled Device) وهى كاميرا تصور المظاهر الجوية بدقة تبلغ ١ كم.

القمر Kalpana:

أطلقته الهند فى سبتمبر ٢٠٠٢م وهو يعمل فى مدار الثبات الجغرافى فوق نقطة تقاطع خط طول ٧٤° شرقاً مع خط الاستواء فوق المحيط الهندى، وهو يحمل مستشعر VHRR الذى يحمله القمر INSAT-2E ويقوم بقياس الأعاصير المدارية والرياح الموسمية.

القمر INSAT-3A:

أطلقته الهند فى أبريل ٢٠٠٣م، وهو يعمل فى مدار الثبات الجغرافى فوق نقطة تقاطع خط طول ٩٣,٥° شرقاً مع خط الاستواء فوق المحيط الهادى، وهو يحمل مستشعر VHRR، مستشعر CCD مثل القمر INSAT-2E، ويقوم بقياس الأعاصير المدارية، الرياح الموسمية بالإضافة إلى تقدير كمية الأمطار، والمواد العالقة، وقطاعات درجة الحرارة والرطوبة الجوية، ورصد الثلوج.



شكل رقم (٣٠) رصد الأعاصير بالقمر الاصطناعي :

الباب الثاني

تمثيل بيانات الطقس والمناخ

الفصل الرابع
الرسوم البيانية المستخدمة في تمثيل بيانات الطقس والمناخ

- مقدمة.
- الخطوط والمنحنيات البيانية.
- الأعمدة البيانية البسيطة.
- المنحنيات والأعمدة الدائرية.
- وردة الرياح :
  - وردة الرياح البسيطة.
  - وردة الرياح المركبة.
  - وردة الرياح الثمانية.
- خطوط التساوي.

مقدمة..

تقوم محطات الأرصاد الجوية بتجميع بيانات عناصر الجو فى جداول يومية مقسمة إلى عناصر الجو المختلفة وموزعة على ساعات الرصد، ويقوم المركز الاقليمى للأرصاد الجوية بتجميع جداول المحطات التابعة له وعمل جداول مجمعة موزع فيها قيم عناصر الجو على كل محطات الأرصاد الجوية التابعة له موزعة على أوقات الرصد المختلفة.

ويقوم دارسى الطقس والمناخ بالاستعانة بتلك الجداول لتفسيرها وتحليلها لعمل تقارير الطقس والمناخ لمناطق الدراسة والتعرف على الخصائص الجوية والمناخية وربطها بالعوامل المكانية المؤثرة فيها، وتمثيل بيانات الأرصاد الجوية على هيئة رسوم بيانية وتوزيعها على خرائط متنوعة تسهل فهم واستيعاب الخصائص الجوية وعلاقتها بخصائص المكان، كما يستفاد من بيانات الأرصاد الجوية المسجلة لفترة طويلة فى التنبؤ بالأحوال الجوية والتحذير من الأخطار الجوية التى يتوقع حدوثها مستقبلاً.

وتعد الرسوم البيانية وسيلة للتعبير عن البيانات بشكل يسهل متابعته وتعطى فكرة سريعة عنها لمن يراها وذلك على النقيض من البيانات الرقمية المدونة فى جداول يصعب متابعتها وملاحظة التغير فيها. وتتنوع طرق تمثيل البيانات الجوية فمنها الخطوط البيانية، المنحنيات البيانية، والأعمدة البيانية. كما يمكن تمثيل البيانات الجوية على خرائط فيسهل بذلك الربط بين التغير فى تلك البيانات والخصائص المكانية والمتغيرات الجغرافية الموزعة فى المنطقة التى تمثلها تلك الخرائط.

ومن الأنسب أن تتوافق طريقة التمثيل البيانى المستخدمة فى تمثيل البيانات المناخية مع طريقة جدولة البيانات وعدد المتغيرات التى يشملها الجدول، وفى الغالب يكون أحد متغيرات الجدول هو الزمن الذى يعبر عن وقت الرصد ويكون المتغير التابع له هو قيم عناصر الجو التى تم رصدها وقت الرصد، ويكون من الأنسب فى هذه الحالة رسم العلاقة بمنحنى يوضح التباين

فى قيم عنصر الجو موزعة على فترات الرصد وهو ما يعرف بالسلسلة الزمنية. أو رسم العلاقة على هيئة أعمدة بيانية توضح التباين بين كميات الزيادة والنقص. ونستعرض فيما يلى أهم الطرق البيانية المستخدمة فى تمثيل جداول الأرصاد الجوية.

١- الخطوط والمنحنيات البيانية :

وهى رسوم بيانية من محورين الأفقى يمثل التغير الزمنى، والرأسى يمثل التغير فى قيم عنصر الجو المطلوب تمثيله. ويتم تصميم الرسم البيانى باتباع الخطوطات التالية :

١- اختيار مقياس رسم مناسب لكل من المحور الأفقى والرأسى ومن الأنسب أن تكون النسبة بين طولهما ١ : ١,٥.

٢- يتم تقسيم المحور الأفقى إلى أقسام تتناسب مع الفترات الزمنية الموضحة بالجدول، فإذا كانت فترات الرصد تتباعد عن بعضها بفترات زمنية متساوية يقسم المحور الأفقى إلى وحدات متساوية الطول.

٣- يتم تقسيم المحور الرأسى إلى وحدات متساوية تبدأ من الصفر أو رقم أصغر من أصغر قيمة من قيم عنصر الجو بالجدول وتنتهى برقم أكبر من أكبر قيمة.

٤- يتم توقيع جميع قيم عنصر الجو المطلوب تمثيله على هيئة نقط يحدد كل منها عن طريق تقاطع موقع القيمة مع موقع وقت الرصد.

٥- يتم توصيل النقط بخطوط مستقيمة أو منحنية فيظهر الخط أو المنحنى البيانى. ويتم المفاضلة بين التوصيل بخطوط مستقيمة أو منحنية تبعاً لطبيعة البيانات، ففى حالة إذا كان عنصر الجو ذو طبيعة مستمرة ويتغير بانتظام أو تدريجياً نستخدم الخط المنحنى وينطبق ذلك على تمثيل كل من درجة الحرارة، الضغط الجوى، الرطوبة النسبية على سبيل المثال، أما إذا كان عنصر الجو ذو طبيعة متقطعة ولا يتغير بانتظام نستخدم الخط

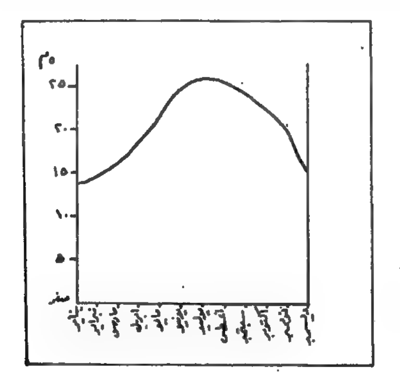
المستقيم وينطبق ذلك على تمثيل كل من كمية الأمطار أو السحب على سبيل المثال.

ويوضح كل من الجدول التالى رقم (٨) والشكل رقم (٣١) توزيع المتوسط الشهرى لدرجة الحرارة فى محطة الإسكندرية باستخدام المنحنيات البيانية.

جدول رقم (٨)

المتوسط الشهري لدرجة الحرارة في محطة الإسكندرية (٥م)[1]

الشهر / المحطة	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
الإسكندرية	١٣,٧	١٤,٠	١٥,٦	١٨,٣	٢١,٤	٢٤,٢	٢٦,١	٢٦,٧	٢٥,٣	٢٢,٨	١٩,٣	١٥,٢



شكل رقم (٣١) توزيع المتوسط الشهري لدرجة الحرارة بمحطة الإسكندرية

(١) الهيئة العامة للأرصاد الجوية بالقاهرة – المعدلات المناخية.

٢- الأعمدة البيانية البسيطة:

وهى رسوم بيانية مكونة من محورين، الأفقى يمثل التغير الزمنى، والرأسى يمثل التغير فى قيم عنصر الجو المطلوب تمثيله، ويتم تصميم الرسم البيانى باتباع الخطوات الأربعة المتبعة فى تصميم المنحنيات البيانية السابق ذكرها، أما الخطوة الخامسة فيتم رسم أعمدة بيانية ذات قواعد متساوية السمك على المحور الأفقى ويعادل ارتفاعها القيم التى سبق توقيعها. ويراعى أن تكون المسافات بين الأعمدة متساوية فى حالة ما إذا كانت الفترات الزمنية الممثلة متساوية، أما إذا كانت الفترات الزمنية غير متساوية فيتم رسم الأعمدة على مسافات تتناسب مع الفترات الزمنية الممثلة.

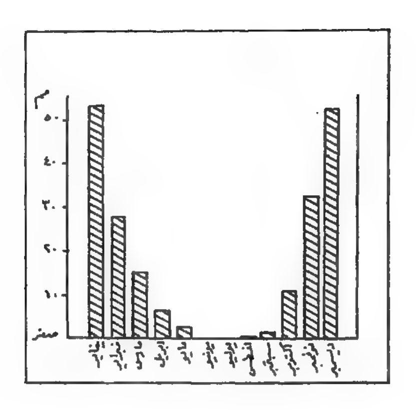
ويناسب التمثيل البيانى بالأعمدة الظواهر الجوية المتقطعة وغير المنتظمة مثل توزيع كمية المطر، ويوضح الجدول التالى رقم (٩) والشكل رقم ( ) توزيع كمية المطر الشهرى بمحطة الإسكندرية باستخدام الأعمدة البيانية البسيطة.

جدول رقم (٩)

توزيع متوسط كمية المطر الشهري بمحطة الإسكندرية (مم)[١]

الشهر / المحطة	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
الإسكندرية	٥٢,٦	٢٧,١	١٢,٤	٢,٩	١,٧	–	–	,٣	١,٢	١٠,٣	٣٣,٢	٥٢,٨

(١) الهيئة العامة للأرصاد الجوية بالقاهرة – المصدر السابق.



شكل رقم (٣٢) توزيع متوسط كمية المطر الشهري بمحطة الاسكندرية

ويوضح كل من الجدولين رقم (١٠)، رقم (١١) والشكل رقم (٣٣) توزيع كمية التبخر السنوى وكمية المطر السنوى فى واحة الأحساء بالمملكة العربية السعودية خلال الفترة بين عامىْ ١٩٨٥، ١٩٩٣، وذلك باستخدام الأعمدة البيانية.

جدول رقم (١٠)

كمية التبخر الشهري في واحة الأحساء خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥، ١٩٩٣

(مم)

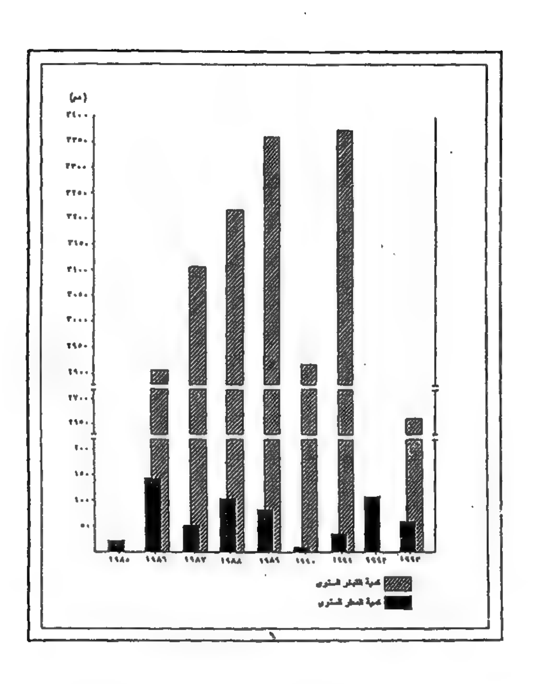
الشهر / السنة	١٩٨٥	١٩٨٦	١٩٨٧	١٩٨٨	١٩٨٩	١٩٩٠	١٩٩١	١٩٩٢	١٩٩٣	المتو
يناير	١٤٨	١٣٣	١٣٥	١٢٤	١٤٠	١٤٧	١١٦	٢١٠	٩٥	١٣٨,٦
فبراير	١٩٢	١٤٧	١٦٥	١٢٦	١٥٥	١٥٥	١٣٧	١٣٨	١٠٦	١٤٦,٧
مارس	٢٥٠	٢٣١	١٧٩	٢٣٥	٢٢٨	٢٥٢	٠٥١٧٥	١١٦	١٩٩	٢٠٧,٢
أبريل	٢٩٣	٢٥١	٢٨٢	٢٦٩	٢٥٨	١٦١	٢	١٠٠	٢-٢	٢٢٤,٥
مايو	٣٧٢	٤١٧	٣٣٧	٤١٨	٤٢٥	٣٨٠	٣٣٢	٣٢٣	٢٤٦	٣٦١,١
يونيو	٤٤٢	٢٨٣	٤١٣	٤٠٤	٤٤٩	٤٠٠	١٩٠	٢٦٠	٣١٦	٣٥٠,٧
يوليو	غير مبين	٤٤١	٤٢٨	٤٣١	٤٣٨	٣٤١	٢٤٥	٢٨٨	٣٤٧	٣٦٩,٩
أغسطس	،	١٧٩	٣٧٤	٣٧١	٤١٢	٣٨٦	٢٥٨	غير مبين	٣٥١	٣٣٣,٠
سبتمبر	،	٣٠٧	٢٨٨	٣٢٠	٣١٥	٢٥١	٢١٤	،	٢٣٤	٢٧٥,٦
أكتوبر	،	٢٣٠	٢٤٩	٢٤٣	٢٥٧	١٥٢	٢١٨	،	٢٣٧	٢٢٦,٦
نوفمبر	،	١٧٠	١٦٠	١٨٦	١٦٨	١٥٧	١٤٧	،	١٩١	١٦٧,٠
ديسمبر	١٠٧,٠	١٢٥	١٢٧	١٢٤	١١٤	١٢٧	١٣٧	،	١٣٨	١٢٦,١
الإجمالي	غير مبين	٢٩١٤	٣١٣٦	٣٢٤١	٣٣٥٩	٢٩١٩	٢٣٧٤	غير مبين	٢٦٦٢	

جدول رقم (١١)

كمية المطر الشهري في واحدة الأحساء خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥، ١٩٩٤م

(مم)

السنة / الشهر	١٩٨٥	١٩٨٦	١٩٨٧	١٩٨٨	١٩٨٩	١٩٩٠	١٩٩١	١٩٩٢	١٩٩٣	المتو
يناير	٢,٨	١٨,٤	١,٤	١,٢	–	٢,٠	١٠,٢	٢,٨	٣٥,٠	–
فبراير	–	٥,٦	٣,٦	٦٢,٤	٢,٢	٠,٨	٨,٠	٢٦,٠	٧,٠	٠,٢
مارس	–	٢١,٦	٥٢,٤	٢,٦	٤٢,٢	١,٠	٢٤,٢	٦,٨	٣,٦	٥,٧
أبريل	٢,٢	٣٩,٨	١,٤	٣٥,٢	١١,٢	٥,٧	٠,٢	٧,٤	١٥,٢	٢,٣
مايو	٧,٤	١,٠	–	–	–	–	–	١,٢	٠,٨	١٥,٣
يونيو	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
يوليو	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
أغسطس	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
سبتمبر	–	–	–	–	–	–	٠,٢	–	–	–
أكتوبر	–	–	–	–	–	–	–	–	–	٦,٧
نوفمبر	٠,٤	٠,٦	–	–	–	–	٠,٢	–	٠,٤	–
ديسمبر	١١,٦	١١,٦	٠,٦	٨,٤	٢٤,٦	٠,٤	٤,٠	٦٥,٦	–	–
السنوى	٢٤,٤	١٤٨,٤	٥٩,٤	١٠٩,٨	٨٠,٢	٩,٩	٤٧	١٠٩,٨	٦٢	٣٠,٢



شكل رقم (٣٢) توزيع كمية التبخر السنوي وكمية المطر السنوي
في واحة الأحساء خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥، ١٩٩٣م

٣- المنحنيات والأعمدة الدائرية:

وهى رسوم بيانية تستخدم الشكل الدائرى بدلاً من المستطيل فى تمثيل البيانات وبخاصة التى تتوزع على شهور السنة مثل المتوسطات الشهرية لقيم عناصر الجو وتستخدم المنحنيات فى رسم العناصر الجوية المستمرة مثل درجة الحرارة، الرطوبة الجوية على سبيل المثال، وتستخدم الأعمدة فى رسم العناصر الجوية المتقطعة مثل كمية المطر الشهرى.

ويتم انشاء تلك الرسوم الدائرية باتباع الخطوات التالية :

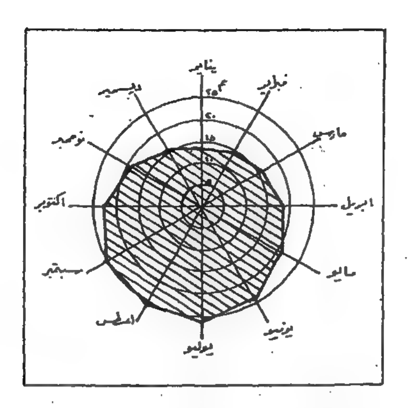
١- يتم رسم دائرة بنصف قطر مناسب وتقسيم محيطها إلى ١٢ قسماً متساوياً، وتتصل كل نقطة تقسيم بمركز الدائرة بنصف قطر يمثل شهر من شهور السنة.

٢- يرسم من مركز الدائرة دوائر – متحدة المركز – على مسافات متساوية وهى تقوم بنفس وظيفة المحور الرأسى فى حالة الرسوم البيانية العادية، فتمثل كل دائرة قسم من الأقسام المتساوية لتوزيع قيم عنصر الجو المطلوب تمثيله. فيشكل مركز الدائرة بداية التدريج ويأخذ قيمة أصغر من أصغر قيمة بالجدول. وتشكل الدائرة الكبرى – الأخيرة – نهاية التدريج وتأخذ قيمة أكبر من أكبر رقم أو تساويه.

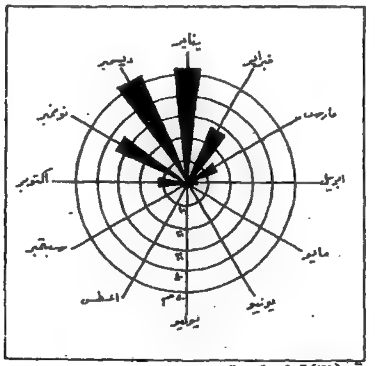
٣- يتم توقيع قيم عنصر الجو على هيئة نقطة تقع على نصف القطر الذى يمثل شهر القيمة المطلوبة توقيعها، وبحيث تبعد عن مركز الدائرة بمقدار القيمة الممثلة.

٤- يتم التوصيل بين النقاط الموقعة بخط منحنى فيظهر على شكل منحنى مغلق فى حالة المنحنيات، أو رسم أعمدة تمتد من مركز الدائرة حتى النقطة الموقعة. ويمكن تظليل المساحة المحصورة داخل المنحنى المغلق أو تهشيرها بخطوط.

ويوضح كل من الشكل رقم (٣٤) الشكل رقم (٣٥) توزيع المتوسط الشهرى لدرجة الحرارة، ومتوسط كمية المطر الشهرى بمحطة الإسكندرية باستخدام المنحنيات والأعمدة الدائرية على الترتيب.



شكل رقم (٣٤) توزيع المتوسط الشهري لدرجة الحرارة بمحطة الإسكندرية



شكل رقم (٣٥) توزيع كمية المطر الشهري بمحطة الإسكندرية

٤- وردة الرياح

وهى من أنسب الرسوم البيانية الموضعية المتبعة فى تمثيل اتجاه وسرعة الرياح فى فترة الرصد أو على مدار أى فترة زمنية معينة، وهى عبارة عن رسم بيانى يهدف إلى توضيح التكرار المطلق أو النسبى لعدد مرات هبوب الرياح موزعاً على الاتجاهات الجغرافية الثمانية.

ويتم توقيع وردة الريح فى أوراق بيانية مستقلة تمثل سرعة واتجاه الرياح وقت الرصد فى كل محطة من محطات الارصاد الجوية، أو على خرائط الطقس والمناخ التى تصدرها مراكز الأرصاد الجوية الاقليمية وفى هذه الحالة يتم توقيع وردة الرياح فوق موضع محطة الأرصاد الجوية فتظهر الخريطة وبها مجموعة من وردات الرياح التى تمثل سرعة واتجاه الرياح فى كل محطة من محطات الأرصاد الجوية الموزعة بالخريطة.

وتتعدد أشكال وردة الرياح تبعاً لطبيعة البيانات المرصودة لسرعة واتجاه الرياح، ويعتمد أساس رسمها على توضيح الاتجاهات الجغرافية الثمانية موزعة على محيط دائرة أو على هيئة شكل ثمانى كل ضلع من اضلاعه يمثل أحد الاتجاهات، ثم يتم توقيع عدد مرات هبوب الرياح فى كل اتجاه من الاتجاهات الثمانية على هيئة خط مرسوم بمقياس رسم مناسب يتناسب طوله مع عدد مرات الهبوب، وفيما يلى شرحاً لطريقة انشاء وردة الرياح.

١- وردة الرياح البسيطة

وتستخدم فى تمثيل اتجاه الرياح فقط عندما يكون رصد الرياح مدوناً على هيئة عدد مرات هبوب الرياح فى كل اتجاه من الاتجاهات الجغرافية الثمانية كما يوضحه الجدول التالى رقم (١٢).

جدول رقم (١٢) توزيع المتوسط الفصلي لعدد مرات هبوب الرياح
خلال فصول السنة في واحدة الأحساء
بالمملكة العربية السعودية خلال الفترة بين عامي (١٩٨٥، ١٩٩٤)

الاتجاه / الفصل	س	ش ق	ق	ج ق	ج	ج غ	غ	ش غ	سكون
الشتاء	١٦٩	٢٩	١٤	٦٦	١٦١	٣٠	١٥	٤١٦	٢
الربيع	٢٦٣	١٠٦	٢٢	٤٩	١٢٤	٧١	٣٠	٢٥٥	–
الصيف	٢٦١	٩٥	٩	٧	٤١	٢٢	٦٤	٤٢١	–
الخريف	٢٣٩	١٢٠	٢٣	٢٢	١٤٤	٥١	٤٤	٢٦٧	–

ويتم رسم وردة الرياح البسيطة باتباع الخطوات التالية:

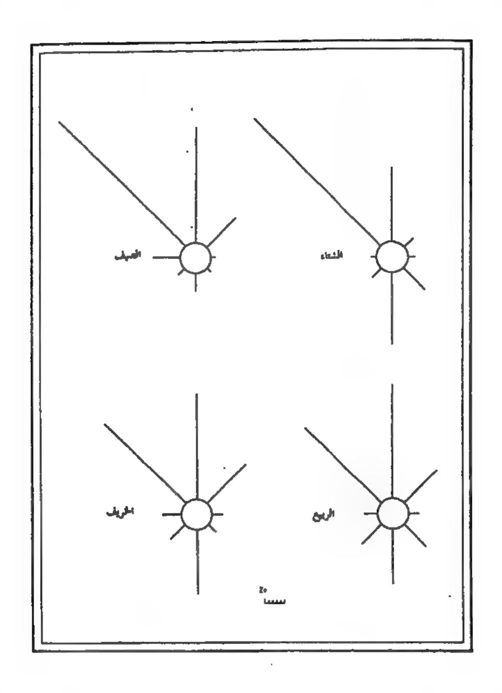
١– يتم رسم دائرة يدون بداخلها قيمة عدد مرات السكون.

٢– يتم رسم خطوط مستقيمة تطابق الاتجاهات الجغرافية الثمانية بطول يتناسب مع قيمة عدد مرات هبوب الرياح فى كل اتجاه ويتم ذلك باستخدام مقياس رسم مناسب.

ويمكن تمثيل اتجاهات الرياح بشكل نسبى ويتم ذلك بتحويل قيمة تكرارات هبوب الرياح إلى نسب مئوية، ثم ترسم خطوط اتجاهات الرياح بطول يتناسب مع النسبة المئوية لعدد مرات هبوب الرياح فى كل اتجاه باستخدام مقياس رسم مناسب – شكل رقم (٣٦).

٢- وردة الرياح المركبة

وتستخدم فى تمثيل اتجاه وسرعة الرياح عندما يكون رصد الرياح مدوناً على هيئة عدد مرات هبوب الرياح ومتوسط سرعتها فى كل اتجاه من الاتجاهات الجغرافية الثمانية كما يوضحها الجدول التالى رقم (١٣).



شكل رقم (٣٦) وردات الرياح للفصول الأربعة بواحة الاحساء
خلال الفترة بين عامي (١٩٨٥، ١٩٩٤م)

جدول رقم (١٢) توزيع المتوسط الفصلي للنسب المئوية لاتجاهات الرياح ومتوسط سرعتها موزعاً على الاتجاهات الجغرافية (حالة افتراضية)

	ش	ش ق	ق	ج ق	ج	ج غ	غ	ش غ	سكون
عدد مرات الهبوب	١٧,٢	١٦,٤	٦,١	٣,٤	٣,٨	١٠,٩	١٧,٠	٢٣,١	٢,١
السرعة كم/ساعة	٩,٨	١٧,٢	٢٠,١	٣٤	١٥,٠	١٦,١	٥٢	١٤	–

ويتم رسم وردة الرياح المركبة باتباع الخطوات التالية.

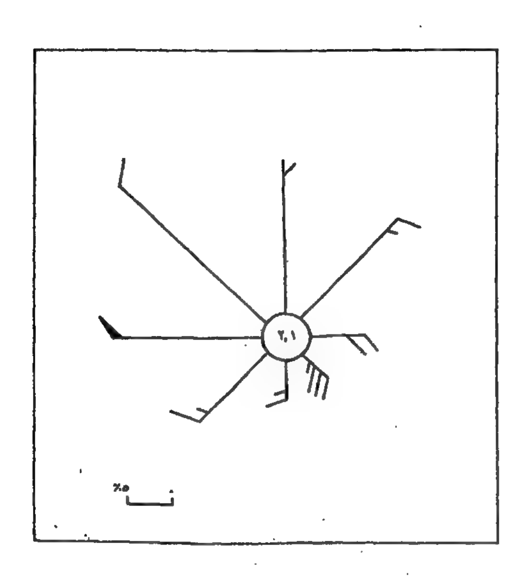
١- يتم رسم دائرة يدون بداخلها قيمة عدد مرات السكون.

٢- ستم رسم خطوط مستقيمة تطابق الاتجاهات الجغرافية الثمانية بطول يتناسب مع النسبة المئوية لاتجاهات الرياح.

٣- يتم توقيع سرعة الرياح على هيئة خطوط قصيرة تتقاطع مع خطوط اتجاه الرياح عند نهاية أطرافها، وتتحدد هذه الخطوط تبعاً لمقياس سرعة الرياح الذى تحدده منظمة الأرصاد الجوية العالمية الذى يوضحه الشكل رقم (٣٧-أ) ، ويكون الشكل النهائى لوردة الرياح بعد توقيع الاتجاه والسرعة على النحو الذى يوضحه الشكل رقم (٣٧-ب).

تمثيل سرعة الرياح	بالعقدة	كيلو متر/ ساعة	ميل/ ساعة
	سكون	سكون	سكون
	١-	١-	١-
	٣-	٤-	٣-
	١٢-	١٤-	٩-
	١٣-	٢٠-	١٥-
	١٨-	٣٣-	٢١-
	٢٣-	٤١-	٢٦-
	٢٨-	٥١-	٣٢-
	٣٣-	٦١-	٣٨-
	٣٨-	٧٠-	٤٤-
	٤٣-	٨٠-	٥٠-
	٤٨-	٨٨-	٥٥-
	٥٣-	٩٧-	٦١-
	٥٨-	١٠٧-	٦٧-
	٦٣-	١١٥-	٧٢-
	٦٨-	١٢٥-	٧٨-
	٧٣-	١٣٥-	٨٤-
	١٠٣ – ١٠٧	١٩٢ – ١٩٨	١١٩ – ١٢٣

شكل رقم (٣٧-أ) مقياس سرعة الرياح



شكل رقم (٢٧-ب) وردة الرياح المركبة لتمثيل بيانات جدول رقم (١٣)

٢- وردة الرياح الثمانية

وتستخدم فى تمثيل اتجاه الرياح عندما يكون رصد الرياح مدوناً على هيئة عدد مرات هبوب الرياح فى كل اتجاه من الاتجاهات الجغرافية الثمانية موزعة على شهور السنة كما يوضحها الجدول التالى رقم (١٤).

جدول رقم (١٤) توزيع النسبة المئوية لاتجاهات الرياح السائدة في واحة الأحساء موزعة على شهور السنة عام ١٩٩٤م

١٩٩٤								
الشهر / الاتجاه	ش	ش ق	ق	ج ق	ج	ج غ	غ	ش غ
يناير	١٢,٩	–	–	١٢,٢	٢٨,٧	٣,٢	٣,٢	٢٨,٧
فبراير	١٣,٩	–	–	٣,٥	٢٤,٤	٣,٦	–	٥٢,٦
مارس	١٦,١	١٢,٩	١٦,١	٦,٥	٩,٧	–	٣,٢	٣٥,٥
أبريل	١٣,٣	٢٠,٠	٣,٣	١٠,٠	١٦,٧	٣,٣	١٣,٣	٢٠,١٠
مايو	١٦,٤	١٩,٠	–	٣,٢	٦,٥	٩,٧	٩,٧	٣٥,٥
يونيو	٩,٧	٣,٣	–	–	–	٩,٧	٥٠,٠	٣٣,٣
يوليو	٣,٢	–	–	–	–	–	٣٥,٨	٦١,٠
أغسطس	٣٢,٣	١٦,١	–	–	–	–	١٩,٤	٣٢,٢
سبتمبر	٢٦,٧	٢٦,٧	٣,٣	–	–	١٣,٣	١٠,٠	٢٠,٠
أكتوبر	١٩,٤	٢٩,٠	٩,٧	٩,٧	٦,٥	٣,٢	٦,٥	١٦,٠
نوفمبر	٢٠,٠	٦,٧	–	٣,٣	٤٦,٧	١٠,٠	–	٣,٣
ديسمبر	٢٨,٧	٣,٢	–	٣,٢	١٩,٤	٦,٥	–	٣٩,٠

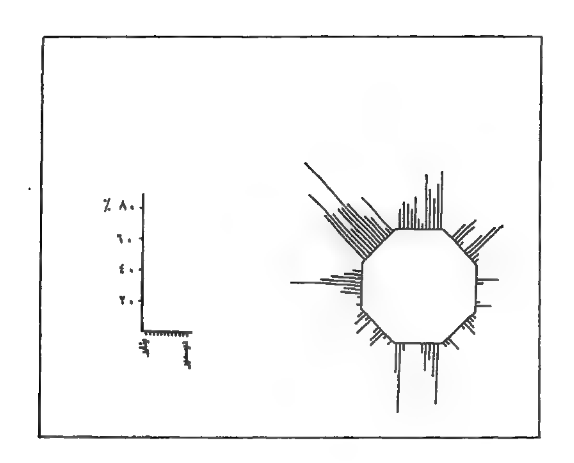
ويتم رسم وردة الرياح الثمانية باتباع الخطوات التالية :

١ – يتم رسم شكل ثماني يمثل كل ضلع من أضلاعه الثمانية اتجاه من اتجاهات الرياح الثمانية.

٢ – يقسم كل ضلع من أضلاع الشكل الثماني إلى اثنى عشر قسماً تمثل شهور السنة .

٣ – يرسم محور رأسي عمودي على كل ضلع من أضلاع الشكل الثماني ويقسم حسب قيم عدد مرات هبوب الرياح أو النسبة المئوية لها.

٤ – يتم رسم أعمدة من نقط تقسيم شهور السنة على كل ضلع يمثل كل عمود عدد مرات هبوب الرياح أو النسبة المئوية خلال الشهر. فتظهر وردة الرياح بالطريقة التي يوضحها الشكل رقم (٣٨) .



شكل رقم (٣٨) وردة الرياح الثمانية لواحة الاحساء عام ١٩٩٤

خطوط التساوي

وهى خطوط رمزية ترسم على الخريطة لتدل على توزيع قيم عنصر الجو المطلوب تمثيله باستخدامها، وتربط هذه الخطوط بين النقط التى تتساوى فيها قيم عنصر الجو، ولهذا السبب تعرف بخطوط التساوى، والشائع استخدام خطوط التساوى فى تمثيل التوزيع الجغرافى لدرجة الحرارة فتسمى خطوط الحرارة المتساوية Isotherms وتمثيل التوزيع الجغرافى للضغط الجوى فتسمى خطوط الضغط المتساوى Isobars، وتمثيل التوزيع الجغرافى للمطر السنوى فتسمى خطوط المطر المتساوى Isohyets .

ويتم رسم خطوط التساوى على الخرائط باتباع الخطوات التالية:

١-اعداد خريطة الأساس وهى خريطة توزيع محطات الأرصاد الجوية

بالمنطقــة المراد رسم خطـوط التســاوى لأحد عناصــر الجو المطلوب تمثيله.

٢- تحديد قيم عنصر الجو المطلوب تمثيله فوق كل محطة من محطات الارصاد الجوية بالخريطة.

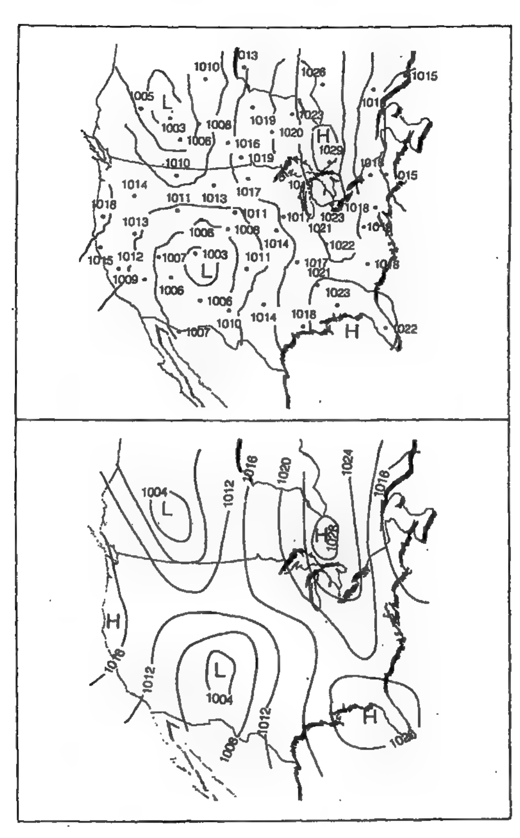
٣- رسم شبكة من المثلثات غير المتقاطعة تصل بين محطات الارصاد الجوية المبينة على الخريطة، وبهذه الطريقة يصل كل خط من خطوط المثلثات بين قيمتين من قيم عنصر الجو المطلوب تمثيله.

٤- يتم تقسيم طول كل ضلع من أضلاع المثلثات (المسافة بين كل محطتين) إلى مسافات أصغر تتناسب مع الفارق المطلوب توقيعه بين كل خطين من خطوط التساوى، وتكتب فوق كل نقطة تقسيم القيمة المستنتجة.

فعلى سبيل المثال فى حالة رسم خطوط الحرارة المتساوية وكان طول أحد أضلاع المثلث ٦ سم، ويصل بين محطتين الأولى درجة حرارتها ٢٦°م، والثانية درجة الحرارة فيها ٢٩°م بفارق يبلغ ٣°م، فسوف يتم تقسيم المسافة بين المحطتين إلى ثلاثة أقسام طول كل منها ٢ سم وكل نقطة تقسيم تشير إلى فارق حرارى يبلغ درجة مئوية واحدة، وبهذه الطريقة نتمكن من تحديد المواقع التى تبلغ فيها درجة الحرارة ٢٧°م، ٢٨°م ويتم بالمثل تحديد قيم درجة الحرارة المستنتجة بين محطات الأرصاد الجوية الأخرى.

٥- يتم رسم خطوط تصل بين النقط التى لها قيم متساوية، ثم تكتب قيمة كل خط فوقه أو عند نهايته. وبتكرار هذه الخطوة يتم رسم جميع خطوط التساوى فى الخريطة - شكل رقم (٣٩).

ويمكن من خلال خريطة الخطوط المتساوية تتبع التغير فى قيم عنصر الجو ومعدل تغيره عن طريق تفسير العلاقة بين الفارق فى الضغط الجوى بين الخطوط، والمسافة بين الخطوط نفسها، فكلما اقتربت خطوط التساوى من بعضها دل ذلك على سرعة التغير فى الضغط الجوى والعكس صحيح، وتتبع اتجاه الزيادة أو النقصان لتحديد نطاقات الضغط المرتفع ونطاقات الضغط المنخفض، والربط بين هذا التغير والمظاهر الجغرافية الموضحة بالخريطة، والربط بين هذا التغير والتغير فى عناصر الجو الأخرى.



شكل رقم (٣٩) طريقة رسم خطوط التساوي

الفصل الخامس

الرموز المستخدمة في خرائط الطقس والمناخ

- مقدمة.
- التغير في الضغط الجوي.
- خصائص السحب.
  - أنواع السحب.
  - غطاء السماء بالسحب.
  - حالة السحب المنخفضة.
  - حالة السحب متوسطة الارتفاع.
  - حالة السحب المرتفعة.
  - ارتفاع قاعدة السحب.
- رموز الجبهات الهوائية.
- رموز حالة الطقس.

مقدمة..

يتم إصدار نشرات الطقس اعتماداً على تحليل خرائط الطقس التى يصممها الكارتوجرافيون وخبراء الارصاد الجوية الذين يستخدمون للتعبير عن خصائص عناصر المناخ رموزاً موضعية ذات مدلول كمى ووصفى توقع على الخرائط بضوابط علمية جدياً إلى جنب مع الرسوم البيانية وخطوط التساوى المستخدمة فى تمثيل بيانات الطقس والمناخ.

وتتفق مراكز الارصاد الجوية على مستوى العالم فى استخدام رموز موضعية قياسية توقع على الخرائط للتعبير عن حالة الجو، وهى مسجلة فى جداول محفوظة بتلك المراكز، ومتاحة لمتخصصى الطقس والمناخ ليسهل تحليل تلك الخرائط واعداد نشرات الطقس وتقارير المناخ، وعمل تقارير التنبؤ بالطقس لليوم التالى أو لثلاثة أيام قادمة.

ونستعرض فيما يلى الرموز المستخدمة فى تمثيل أبرز الظواهر الجوية التى يتم توقيعها على خرائط الطقس:

أولاً: التغير في الضغط الجوي:

يتم رصد الضغط الجوى وتسجيله فى جداول الأرصاد الجوية دورياً خلال فترة تتراوح بين ساعة وثلاث ساعات، ويتم حساب الفارق فى الضغط الجوى بين الرصدة الحالية والرصدة السابقة وتسجيله فى جداول خاصة، ويفيد قياس التغير فى الطقس فى التعرف على تحول الطقس من حالة الاستقرار (الضغط المرتفع) إلى حالة عدم الاستقرار (الضغط المنخفض)، والعكس، وكذلك فترة دوام كل حالة أو إنتهائها، كما يرتبط التغير فى الضغط الجوى مع التغير فى درجة حرارة الهواء، والتغير فى سرعة الرياح.

وتستخدم الرموز الموضحة بالجدول رقم (١٥) للتعبير عن نوع التغير فى الضغط الجوى على النحو التالى:

جدول رقم (١٥) الرموز الدالة على نوع التغير في الضغط الجوي

رقم الحالة	الرمز	التغير في الضغط الجوي
١	( )	ويدل على ارتفاع الضغط الجوى خلال الثلاث ساعات السابقة ثم هبوطه ببطء، ويعنى ذلك أن قيمة الضغط الجوى الحالية أعلى مما كانت عليه من ثلاث ساعات.
٢	( )	ويدل على ارتفاع الضغط الجوى خلال الثلاث ساعات السابقة، ثم ثبات قيمته أو استمرار ارتفاعه بفارق ضئيل جداً.
٣	( )	ويدل على ارتفاع الضغط الجوى باستمرار بمعدلات ثابتة أو غير ثابتة.
٤	( )	ويدل على انخفاض الضغط الجوى أو ثباته ثم ارتفاعه بمعدلات سريعة.
٥	( )	ويدل على ثبات الضغط الجوى، بمعنى ان قيمة الضغط الجوى ثابتة خلال الثلاث ساعات السابقة.
٦	( )	ويدل على هبوط الضغط الجوى خلال الثلاث ساعات السابقة، ثم ارتفاعه ببطء، ويعنى ذلك أن قيمة الضغط الجوى الحالية أعلى مما كانت عليه من ثلاث ساعات.
٧	( )	ويدل على انخفاض الضغط الجوى خلال الثلاث ساعات السابقة، ثم ثبات قيمته أو استمرار ارتفاعه بفارق ضئيل جداً.
٨	( )	ويدل على انخفاض الضغط الجوى باستمرار بمعدلات ثابتة أو غير ثابتة.
٩	( )	ويدل على ارتفاع الضغط الجوى أو ثباته ثم انخفاضه بمعدلات سريعة.

ثانياً: خصائص السحب:

يتم رصد غطاء السحب وتحديد نوعها، ومساحة السماء المغطاة بها، وارتفاعها، وتسجيل تلك المتغيرات فى جداول الارصاد الجوية خلال فترة الرصد، ويفيد رصد السحب وتحديد أنواعها وارتفاعاتها فى التعرف على فترة سطوع الشمس، واحتمالات سقوط الأمطار، وحدوث عواصف البرق والرعد، والتنبؤ بحدوث الاعاصير ويفيد التعرف على اتجاه حركتها وسرعتها فى التنبؤ بالمواقع التى سوف تمر عليها والفترة الزمنية التى تستغرقها للوصول إليها ومحاولة التحذير من خطورتها فى حالة ما إذا كانت أعاصير شديدة مثل الأعاصير المدارية.

١- أنواع السحب Cloud Types:

تستخدم الاختصارات الموضحة بالجدول رقم (١٦) للتعبير عن أنواع السحب على النحو التالى:

جدول رقم (١٦) الرموز الدالة على أنواع السحب

الرمز	نوع السحب
St	سحب طبقية منخفضة
Sc	سحب الركام الطبقى
Ns	سحب المزن الطبقى
As	سحب طبقية متوسطة الارتفاع
Ac	سحب ركامية متوسطة الارتفاع
Ci	سحب السمحاق
Cs	سحب السمحاق الطبقى
Cc	سحب السمحاق الركامى
Cu	سحب ركامية منخفضة
Cb	سحب المزن الركامى

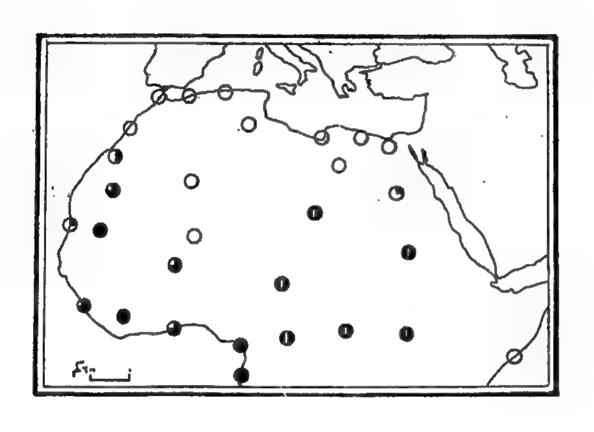
ويدل ظهور سحب السمحاق وتدرجها إلى سمحاق طبقي وركامي على تحول الطقس من حالة الاستقرار الى حالة عدم الاستقرار وتوقع مرور الاعصار (الانخفاض الجوى)، كما ينذر ظهور سحب الركام الطبقي بسقوط أمطار خفيفة، وظهور سحب المزن الطبقي بسقوط أمطار متوسطة، وظهور سحب المزن الركامي بسقوط امطار غزيرة وحدوث عواصف البرق والرعد.

٢- غطاء السماء بالسحب Cloud Cover:

يتم التعبير عن المساحة من السماء المغطاة بالسحب عن طريق تقسيمها إلى عشرة أقسام وتحديد المساحة بالاعشار وتوقيعها على خرائط الطقس باستخدام الرموز الوصفية أو الرقمية الموضحة بالجدول التالى رقم (١٧).

جدول رقم (١٧) الرموز الدالة علي حالة السماء

رقم الحالة	الرمز	حالة السماء
0	○	السماء الصافية.
1	○	عُشر السماء مغطى بالسحب (أو أقل)
2	○	تتراوح المساحة من السماء المغطاة بالسحب بين عُشرين وثلاثة أعشار القبة السماوية .
3	○	اربعة اعشار القبة السماوية مغطى بالسحب.
4	○	خمسة اعشار القبة السماوية مغطى بالسحب.
5	○	ستة أعشار القبة السماوية مغطى بالسحب.
6	○	تتراوح المساحة من السماء المغطاة بالسحب بين سبعة أعشار وثمانية اعشار القبة السماوية.
7	○	تسعة اعشار القبة السماوية مغطى بالسحب.
8	●	السماء مغطاة تماماً بالسحب.
9	○	السماء محجوبة عن الرؤيا..



شكل رقم (٤٠) توزيع نسبة تغطية السماء بالسحب فوق شمالي افريقيا في ١٤ يوليو ١٩٦٧م

٣- حالة السحب المنخفضة (C_L):

تعد السحب المنخفضة من أهم انواع السحب التى تؤثر فى حالة الطقس، فهى تحدد فترة سطوع الشمسى والتساقط، وحدوث عواصف البرق والرعد، ويتم التعبير عن حالة السحب المنخفضة بخرائط الطقس باستخدام الرموز الموضحة بالجدول التالى رقم (١٨).

جدول رقم (   ) الرموز المستخدمة لتوضيح حالة السحب المنخفضة (C_L) بخرائط الطقس

رقم الحالة	الرمز	المدلول
١		سحب ركامية لها نمو رأسى محدود، والطقس حسن.
٢		سحب ركامية سميكة تمتد رأسياً وتتفق فى ارتفاعات قواعدها.
٣		سحب المزن الركامى ذات قمم محددة وواضحة.
٤		سحب الركام الطبقى تمتد فى طبقة منفصلة عن سحب الركام.
٥		سحب ركام طبقى تختلط بسحب الركام.
٦		سحب طبقية غير سميكة.
٧		سحب طبقية سميكة تختلط بركام سميك تنذر بطقس سيئ.
٨		سحب ركامية سميكة وطبقية سميكة متباينة الارتفاع.
٩		سحب المزن الركامى لها قمم سحاقية الشكل.

٤- حالة السحب متوسطة الارتفاع (C_M)،

وهي سحب تتباين بين الرقيقة التي لا تحجب الشمس، والسميكة التي تحجب الشمس، واحياناً ينتج عنها رخات مطر خفيفة، ويتم التعبير عن حالة السحب متوسطة الارتفاع بخرائط الطقس باستخدام الرموز الموضحة بالجدول التالي رقم (١٩).

جدول رقم (١٩) الرموز المستخدمة لتوضيح حالة السحب متوسطة الارتفاع (C_M) بخرائط الطقس

رقم الحالة	الرمز	المدلول
١		سحب طبقية رقيقة لا تحجب ضوء الشمس.
٢		سحب طبقية سميكة وكثيفة تحجب ضوء الشمس أو القمر.
٣		سحب ركامية لا تحجب ضوء الشمس ولها ارتفاعات متشابهة.
٤		سحب ركامية رقيقة ومتقطعة وتظهر على ارتفاعات متباينة.
٥		سحب ركامية رقيقة تمتد على هيئة طبقة تغطي السماء.
٦		سحب ركامية تمتد منفصلة عن الركام المنخفض والمزن الركامي.
٧		سحب ركامية سميكة، أو تتكون من طبقتين احداهما طبقية أو مزن طبقي.
٨		سحب ركامية تشبه الركام المنخفض على شكل خصل أو كتل.
٩		سحب ركامية متباينة الشكل والارتفاع تختلط معها سحاق ركامي.

٥- حالة السحب المرتفعة (C_H):

وهى سحب تتكون من بللورات ثلجية لا تحجب ضوء الشمس ولا يسقط عنها أمطار، وينذر تكونها وتدرج كثافتها بحدوث الاعصار. ويتم التعبير عن حالة السحب المرتفعة بخرائط الطقس باستخدام الرموز الموضحة بالجدول التالى رقم (٢٠).

جدول رقم ٢٠) الرموز المستخدمة لتوضيح حالة السحب المرتفعة (C_H) بخرائط الطقس

رقم الحالة	الرمز	المدلول
١	[illegible]	سحب سمحاق متقطع لا يزداد كثافتها
٢	[illegible]	سمحاق كثيف لا يزداد كثافتها
٣	[illegible]	سمحاق كثيف يصاحب المزن الركامى المنخفض
٤	[illegible]	سمحاق ليفى الشكل تمتد فى كامل السماء
٥	[illegible]	سمحاق مختلط بسمحاق طبقى، أو سمحاق طبقى.
٦	[illegible]	سمحاق مختلط بسمحاق طبقى يزداد كثافتها وامتدادها.
٧	[illegible]	سحب طبقية تغطى القبة السماوية تماماً.
٨	[illegible]	سحب طبقية لا يزداد كثافتها.
٩	[illegible]	سحب سمحاق ركامى، أو سمحاق ركامى مختلط بسمحاق أو سمحاق طبقى.

٦- ارتفاع قاعدة السحب Cloud Hiegh (h):

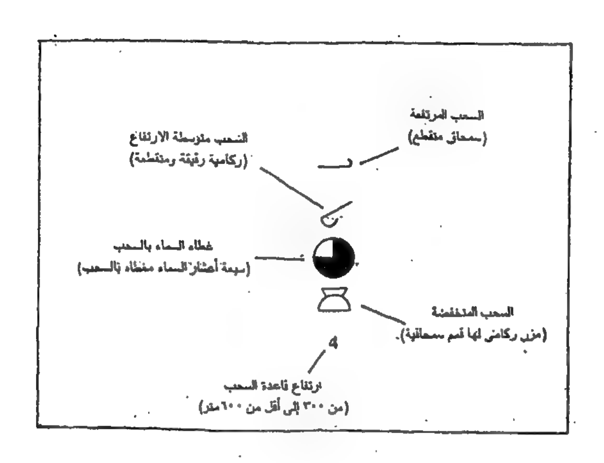
يفيد قياس ارتفاع قاعدة السحب في التعرف على غزارة المطر وكميته، فالمسافة بين السحب وسطح الأرض إذا كانت كبيرة فمن المتوقع ان تتبخر الامطار قبل وصولها إلى سطح الأرض أو يتبخر جزء منها، كما يفيد في التنبؤ بحدوث عواصف البرق والرعد وفي حساب زمن سماع الرعد، ومدى خطورة تأثير صواعق البرق في سطح الأرض. ويتم التعبير عن ارتفاع قاعدة السحب في خرائط الطقس باستخدام رموز رقمية تدل على ارتفاع قاعدة السحب بالامتار على النحو التالي الذى يوضحه الجدول التالي رقم (٢١).

جدول رقم (٢١) الرموز الرقمية المستخدمة في وصف ارتفاع السحب

ارتفاع السحب بالمتر	الرمز
أقل من ٥٠	0
٥٠ –	1
١٠٠ –	2
٢٠٠ –	3
٣٠٠ –	4
٦٠٠ –	5
١٠٠٠ –	6
١٥٠٠ –	7
٢٠٠٠ – ٢٥٠٠	8
أكثر من ٢٥٠٠ أو سماء صافية	9

مثال تطبيقي لوصف حالة السحب:

يتم التعبير عن حالة السحب بتحديد المساحة من السماء المغطاة بالسحب ووصف حالة كل من السحب المنخفضة، متوسطة الارتفاع، المرتفعة، وارتفاع قواعدها عن سطح الأرض. ويتم توقيع حالة السحب على النحو الذى يوضحه الشكل التالى رقم (٤١).



شكل رقم (٤١) مثال للتعبير عن حالة السحب

باستخدام الرموز الوصفية والرقمية

ويمكن تفسير حالة السحب الموضحة بالشكل رقم (٤١) على أن سبعة اعشار القبة السماوية مغطاة بالسحب، وترتفع قاعدة السحب عن سطح البحر بما يتراوح بين ٣٠٠ ، أقل من ٦٠٠ متراً، وتظهر سحب السمحاق المرتفعة بشكل متقطع، بالإضافة إلى سحب ركامية رقيقة متقطعة، بالإضافة إلى وجود سحب المزن الركامى المختلطة بسحب السمحاق عند قممها.

ثالثاً: تمثيل الجبهات الهوائية:

سبقت الاشارة فى الفصل الأول بأنه يوجد أربعة انواع من الجهات الهوائية تتكون تبعاً لاتجاه وطبيعة تقابل الكتل الهوائية وتدفقها، ويفيد تمييز الجبهات الهوائية فى تحديد حالة استقرار أو عدم استقرار الطقس، والتنبؤ بتكون السحب وسقوط الأمطار، ويتم التعبير عن أنواع الجبهات الهوائية على خرائط الطقس باستخدام رموز خطية وصفية على النحو الذى يوضحه الجدول التالى رقم (٢٢).

جدول رقم (٢٢) الرموز الدالة على أنواع الجبهات الهوائية

الرمز	الجبهة
▼▼▼	الجبهة الهوائية الباردة.
▲▲▲ (أنصاف دوائر)	الجبهة الهوائية الدافئة.
▲●▲●	الجبهة الهوائية المنطبقة.
●▼●▼	الجبهة الهوائية الثابتة.
◠◠◠	الجبة الهوائية الدافئة (الهواء العلوى).
▽▽▽	الجبهة الهوائية الباردة (الهواء العلوى).



شكل رقم (٤٢) تمثيل الجبهات الهوائية على خرائط الطقس

رابعاً: حالة الطقس Weather Condition:

يتم التعبير عن حالة الطقس بشكل مختصر باستخدام مجموعة من الرموز الوصفية القياسية يبلغ عددها مائة رمز يوضحها الجدول التالى رقم (٢٣).

جدول رقم (٢٣) رموز حالات الطقس المختلفة

رقم الحالة	الرمز	حالة الطقس
١	○	نمو فى السحب لم يكن ملحوظ فى الساعة الماضية
٢	○	السحب أقل نمواً فى الساعة الماضية
٣	○	عدم التغير فى حالة السماء فى الساعة الماضية
٤	○	تشكل السحب فى الساعة الماضية
٥	ᒥ〰	انخفاض مدى الرؤية بسبب الدخان
٦	∞	غائم
٧	S	غبار فى الهواء لا يرتفع بواسطة الرياح وقت الرصد
٨	$	غبار أو رمال ترتفع بواسطة الرياح وقت الرصد
٩	[illegible]	تزايد الغبار خلال الساعة الماضية
١٠	(S)	عواصف رملية خلال الساعة الماضية
١١	=	شابورة
١٢	= =	ضباب خفيف
١٣	==	ضباب مستمر أقل من أو أكثر من خفيف
١٤	<	برق دون سماع الرعد
١٥	•̲	تساقط لا يصل إلى سطح الأرض
١٦	)•(	تساقط يصل إلى سطح الأرض بعيد عن المحطة
١٧	(•)	تساقط يصل إلى سطح الأرض قريب من المحطة
١٨	℞	سماع الرعد دون سقوط المطر
١٩	∇	رياح شديدة تم رصدها فى الساعة الماضية

تابع جدول رقم (٢٣) رموز حالات الطقس المختلفة

رقم الحالة	الرمز	حالة الطقس
٢٠		سحب قمعية تشاهد فى المحطة وقت الرصد
٢١		رذاذ غير متجمد أو حبيبات مطر خلال الساعة الماضية
٢٢		تساقط المطر خلال الساعة الماضية
٢٣		تساقط الثلج خلال الساعة الماضية
٢٤		تساقط الثلج والمطر خلال الساعة الماضية
٢٥		رذاذ متجمد وتساقط متجمد خلال الساعة الماضية
٢٦		رخات مطر خلال الساعة الماضية
٢٧		رخات ثلج خلال الساعة الماضية
٢٨		رخات من البرد أو برد ومطر خلال الساعة الماضية
٢٩		ضباب خلال الساعة الماضية فقط
٣٠		عاصفة رعدية خلال الساعة الماضية فقط
٣١		عاصفة ترابية أو رملية خفيفة أو متوسطة ضعفت خلال الساعة الماضية
٣٢		عاصفة ترابية أو رملية خفيفة أو متوسطة لم تتغير خلال الساعة الماضية
٣٣		عاصفة ترابية أو رملية خفيفة أو متوسطة تزايدت خلال الساعة الماضية
٣٤		عاصفة ترابية أو رملية خطيرة ضعفت فى الساعة الماضية
٣٥		عاصفة ترابية أو رملية خطيرة لم تتغير فى الساعة الماضية
٣٦		عاصفة ترابية أو رملية خطيرة تزايدت خلال الساعة الماضية
٣٧		اندفاع أو انجراف ثلجى خفيف أو متوسط
٣٨		اندفاع وانحراف ثلجى قوى
٣٩		هبوب ثلجى خفيف أو متوسط
٤٠		هبوب ثلجى قوى
٤١		ضباب أو ضباب ثلجى على بعد من المحطة وقت الرصد

تابع جدول رقم (٣٢) رموز حالات الطقس المختلفة

رقم الحالة	الرمز	حالة الطقس
٤٢		ضباب أو ضباب ثلجي
٤٣		ضباب أو ضباب ثلجي وسماء غير محجوبة أصبح أقل خلال الساعة الماضية
٤٤		ضباب أو ضباب ثلجي وسماء محجوبة أصبح أقل خلال الساعة الماضية
٤٥		ضباب أو ضباب ثلجي وسماء غير محجوبة لم تتغير خلال الساعة الماضية
٤٦		ضباب أو ضباب ثلجي وسماء محجوبة لم تتغير خلال الساعة الماضية
٤٧		ضباب أو ضباب ثلجي وسماء غير محجوبة أصبح سميك خلال الساعة الماضية
٤٨		ضباب أو ضباب ثلجي وسماء محجوبة أصبح سميك خلال الساعة الماضية
٤٩		ضباب وسماء غير محجوبة
٥٠		ضباب وسماء محجوبة
٥١		رذاذ خفيف (غير متجمد) متقطع وقت الرصد
٥٢		رذاذ خفيف (غير متجمد) مستمر وقت الرصد
٥٣		رذاذ متوسط (غير متجمد) متقطع وقت الرصد
٥٤		زذاذ متوسط (غير متجمد) مستمر وقت الرصد
٥٥		رذاذ ثقيل (غير متجمد) متقطع وقت الرصد
٥٦		رذاذ ثقيل (غير متجمد) مستمر وقت الرصد
٥٧		رذاذ خفيف متجمد
٥٨		رذاذ متوسط متجمد
٥٩		رذاذ ومطر خفيف
٦٠		رذاذ ومطر متوسط أو غزير

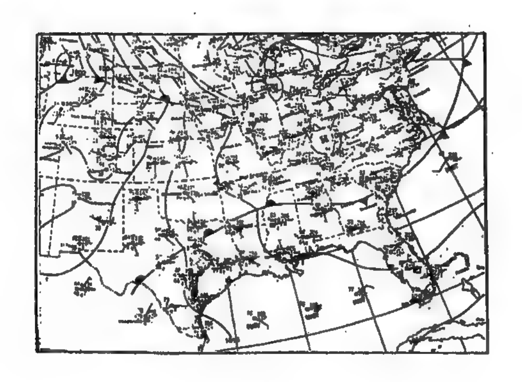
تابع جدول رقم (٢٢) رموز حالات الطقس المختلفة

رقم الحالة	الرمز	حالة الطقس
٦١	•	مطر خفيف متقطع وقت الرصد
٦٢	••	مطر خفيف مستمر وقت الرصد
٦٣	:	مطر متوسط متقطع وقت الرصد
٦٤	∴	مطر متوسط مستمر وقت الرصد
٦٥	⁝	مطر غزير متقطع وقت الرصد
٦٦	⁘	مطر غزير مستمر وقت الرصد
٦٧	•∾	مطر خفيف متجمد
٦٨	[illegible]	مطر متوسط متجمد
٦٩	• *	مطر أو رذاذ وثلوج خفيفة
٧٠	* • *	مطر أو رذاذ وثلوج متوسطة
٧١	*	تساقط ثلجي خفيف متقطع وقت الرصد
٧٢	**	تساقط ثلجي خفيف مستمر وقت الرصد
٧٣	* *	تساقط ثلجي متوسط متقطع وقت الرصد
٧٤	* **	تساقط ثلجي متوسط مستمر وقت الرصد
٧٥	* * *	تساقط ثلجي غزير متقطع وقت الرصد
٧٦	* ** *	تساقط ثلجي غزير مستمر وقت الرصد
٧٧	[illegible]	بللورات جليدية مع أو بدون ضباب
٧٨	[illegible]	حبيبات ثلجية مع أو بدون ضباب
٧٩	[illegible]	بللورات ثلجية منفصلة مع أو بدون ضباب
٨٠	△	كرات جليدية أو ثلجية
٨١	• ▽	رخات خفيفة من المطر
٨٢	: ▽	رخات متوسطة أو غزيرة من المطر
٨٣	⁝ ▽	رخات شديدة من المطر

تابع جدول رقم (٢٢) رموز حالات الطقس المختلفة

رقم الحالة	الرمز	حالة الطقس
٨٤		رخات خفيفة من المطر والثلج
٨٥		رخات متوسطة أو غزيرة من المطر والثلج
٨٦		رخات ثلجية خفيفة
٨٧		رخات ثلجية متوسطة أو غزيرة
٨٨		رخات خفيفة من الكرات الثلجية أو الجليدية مع أو بدون مطر أو مطر وثلج
٨٩		رخات متوسطة من الكرات الثلجية أو الجليدية مع أو بدون مطر أو مطر وثلج
٩٠		رخات خفيفة من البرد مع أو بدون مطر أو مطر وثلج بدون رعد
٩١		رخات متوسطة من البرد مع أو بدون مطر أو مطر وثلج بدون رعد
٩٢		مطر خفيف وقت الرصد وعاصفة برق ورعد فى الساعة الماضية
٩٣		مطر متوسط أو غزير وقت الرصد وعاصفة برق ورعد فى الساعة الماضية
٩٤		ثلوج خفيفة أو مطر وثلج أو برد وقت الرصد وعاصفة برق ورعد فى الساعة الماضية
٩٥		ثلوج متوسطة أو غزيرة أو مطر وثلج غزير أو برد وقت الرصد وعاصفة برق ورعد فى الساعة الماضية
٩٦		عاصفة برق ورعد خفيفة بدون برد
٩٧		عاصفة برق ورعد متوسطة مع سقوط البرد
٩٨		عاصفة برق ورعد شديدة بدون برد مع سقوط مطر أو ثلج
٩٩		عاصفة برق ورعد مصاحبة لعاصفة رملية
١٠٠		عاصفة برق ورعد شديدة مع سقوط برد.

ويتم وضع الرمز الدال على حالة الطقس الماضية أو الحالية على خرائط الطقس فوق مواضع محطات الارصاد الجوية لوصف حالة الطقس أثناء تحليل الخريطة. وما تحتويه من خطوط تساوى ورسوم بيانية على النحو الذى يوضحه الشكل رقم (٤٣).



شكل رقم (٤٣) خريطة الطقس

الباب الثالث

خرائط الطقس والمناخ

الفصل السادس نموذج الطقس

الفصل السابع خرائط الطقس

الفصل الثامن التنبؤ بالطقس

الفصل التاسع خرائط المناخ

الفصل السادس

نموذج الطقس

- مقدمة.
- شفرة الطقس
- تصميم نموذج الطقس
- تقرير الطقس
  - تقرير الطقس اليومي
  - تقرير الطقس الاسبوعي

مقدمة..

تصدر مراكز الارصاد الجوية نشرة جوية تفصيلية كل ساعة أو كل ثلاث ساعات تعرض فيها حالة الطقس اعتماداً على القيم المرصودة لكل عنصر من عناصر الطقس خلال الساعة أو الثلاث ساعات الماضية، وتعد هذه النشرات فى غاية الأهمية للملاحة البحرية والجوية بخاصة، وذلك حتى يمكن اتخاذ الاحتياطات اللازمة لتقليل أو تفادى الاخطار الناجمة عن الانحرافات فى الطقس، أو عند تعرض خط الطيران أو القناة الملاحية لمرور ظواهر جوية خطيرة مثل العواصف بأنواعها، والأعاصير على سبيل المثال.

ويتم توزيع النشرة الجوية من خلال مراكز الارصاد الجوية على هيئة خرائط طقس مطبوعة على الورق، أو على هيئة خرائط طقس رقمية مخزنة على الاسطوانات الممغنطة أو المدمجة يسهل عرضها وتحليلها بواسطة الحاسب الآلى، أو على هيئة خرائط طقس رقمية تعرض على الشبكة العنكبوتية (الانترنت) يسهل تحميلها على الحاسب الآلى الشخصى، أو على هيئة شفرات طقس يتم إذاعتها على موجات صوتية تستغلها أجهزة الاستقبال بالطائرات والسفن والسيارات، وغيرهم ممن يهتم باستقبالها، أو عرضها بواسطة الارسال التلفزيونى على قنوات المعلومات وقنوات الارصاد الجوية المتخصصة.

ويتم تحليل النشرة الجوية فى حالة ما إذا كانت على هيئة خرائط بواسطة تفسير رموز الموضع والخط والرسوم البيانية الموضحة على تلك الخرائط بالتعرف على مدلول كل منها من خلال دليل يضم تلك الرموز ومدلول كل منها – ما سبق عرضه فى الفصلين الرابع والخامس – أما شفرات الطقس المذاعة صوتياً أو تلفزيونياً فيتم تفسيرها بعد تحويل رموزها إلى مدلول رقمى يصف حالة الطقس لكل عنصر من عناصر الطقس، ويمكن تمثيله بيانياً أيضاً ليسهل تفهمه وقراءته، وفى كل الاحوال يلزم الالمام بقواعد وأسس تفسير تلك الخرائط والشفرات من قبل المتخصصين فى الارصاد الجوية. وسوف يتم خلال

هذا الفصل دراسة شفرة الطقس من حيث التصميم والمدلول والتفسير وإعداد النشرة الجوية على أساسها.

شفرة الطقس Weather Code:

تصدرها مراكز الارصاد الجوية على هئية مجموعات رقمية لها مدلول يصف حالة الطقس بالتفصيل، وتشتمل على جميع عناصر الطقس مما يوفر صورة متكاملة لحالة الطقس تفيد كل مستخدم، ويتم تسجيل الشفرة فى جداول خاصة بمراكز الارصاد الجوية يوضح الشكل رقم (٤٤) محتواها.

وقت الرصد	IIiii	$I_R I_x hVV$	Nddff	IsnTTT	$2_{sn}T_dT_dT_d$	$3P_oP_oP_oP_o$	4PPPP	5_appp	$6RRRt_R$	$7_{ww}W_1W_2$	$8N_hC_LC_MC_H$
00	62318	15612	83220	10211	20171	30162	40175	52112	63623	76564	87386
03											
06											
09											
12											
15											
18											
21											

شكل رقم (٤٤) جدول الارصاد الجوية لشفرة الطقس

ويتضح من تتبع الشكل رقم (٤٤) وجود احدى عشرة مجموعة رقمية متتالية كل منها مكون من خمس خانات رقمية، ويشار لكل خانة برقم أو حرف أو حرفين من حروف الهجاء الانجليزية، وتدون الأرقام الدالة على كل خانة فى أوقات الرصد كل ثلاث ساعات تبدأ من منتصف الليل بتوقيت جرنتش، وتكون شفرة الطقس إذن على هيئة مجموعات رقمية متتالية كل مجموعة مكونة من خمس خانات.

ويتم تفسير شفرة الطقس – مجموعات الارقام الخماسية – من قبل متخصصى ودراسى الارصاد الجوية على النحو التالى:

١- المجموعة الأولى (IIiii):

وتدل على الرقم الدولى لمحطة الارصاد الجوية التى تصدر الشفرة، وتشير الخانتين الأولتين (II) إلى الرقم الاقليمى لمحطة الارصاد الجوية، وتشير الخانات الثلاثة (iii) إلى الرقم المحلى لمحطة الارصاد الجوية، وعند تمثيل هذه المجموعة بالارقام (62318) كما هو موجود بالشكل رقم (٤٤)، فيعنى ذلك أن الرقم الاقليمى الذى تتبعه محطة الارصاد الجوية هو (62) ويضم ثلاثة دول هى مصر والسودان وليبيا. وأن الرقم المحلى لمحطة الارصاد الجوية هو (318) وهى محطة ارصاد الاسكندرية فى جمهورية مصر العربية.

٢- المجموعة الثانية (I_RI_XhVV): وتحتوى على العناصر التالية:

(I_R) وهو رقم يشير لحذف أو وجود المجموعة ($6RRRt_R$) الخاصة برصد عنصر المطر، فيكتب الرقم (3) فى حالة حذفها بسبب عدم سقوط الامطار، ويكتب الرقم (1) فى حالة وجودها بسبب تسجيل سقوط الامطار.

(Ix) وهو رقم يشير لنوع وطبيعة محطة الارصاد الجوية، ففى حالة إذا كانت المحطة تعمل آلياً فتكتب أحد الارقام (5) ,(6) ,(9)، وفى حالة إذا كانت المحطة عادية فيكتب أحد الارقام (1) ,(2) ,(3)، وهى على الترتيب محطة درجة أولى، درجة ثانية، درجة ثالثة.

(h) وهو رقم يدل على ارتفاع قاعدة السحب بالامتار فوق مستوى سطح البحر.

(VV) وهو رقم مكون من خانتين يدل على مدى الرؤية الافقية بمئات الأمتار وعند تمثيل هذه المجموعة بالأرقام (15612) فيعنى ذلك أن مجموعة المطر موجودة بالشفرة، وأن محطة الرصد عادية ودرجة أولى، وأن السحب

ترتفع فوق سطح البحر بما يتراوح بين ١٠٠٠، أقل من ١٥٠٠ متراً[١]، وأن مدى الرؤية الافقية هو ١٢٠٠ متراً.

٣- **المجموعة الثالثة (Nddff)**، وتحتوى على العناصر التالية:

(N) رقم يدل على نسبة غطاء السماء بالسحب بالأثمان.

(dd) رقم مكون من خانتين يدل على اتجاه الرياح (٠ – ٣٦٠°) بعشرات الدرجات.

(ff) رقم مكون من خانتين يدل على سرعة الرياح بالعقدة.

وعند تمثيل هذه المجموعة بالارقام (83220) فيعنى ذلك أن السماء مغطاة تماماً بالسحب، واتجاه الرياح هو ٣٢٠°، وسرعة الرياح عشرون عقدة.

٤- **المجموعة الرابعة (IsnTTT)**، وتسمى مجموعة الحرارة وتحتوى على العناصر التالية:

(1) وهو رقم ثابت دال على مجموعة درجة الحرارة.

(sn) وهو رقم يدل على نوع درجة الحرارة فإذا كانت موجبة يكتب (0)، وإذا كانت سالبة يكتب (1).

(TTT) وهو رقم مكون من ثلاث خانات تعبر عن قيمة درجة الحرارة بالدرجة المئوية وأعشارها وتكون موزعة على خانات العشرات، الآحاد، جزء من عشرة، فعلى سبيل المثال إذا كتب الرقم ٣٦٦ (TTT) فإنه يعنى أن درجة الحرارة تبلغ ٣٦,٦°م.

وعند تمثيل هذه المجموعة بالارقام (10211) فيعنى ذلك أن درجة الحرارة موجبة (فوق الصفر المئوى) وتبلغ ٢١,١°م.

---

(١) مستنتجة من الجدول رقم (٢١) بالفصل الخامس.

٥- **المجموعة الخامسة** ($2snT_dT_dT_d$)؛ وتسمى مجموعة نقطة الندى وتحتوى على العناصر التالية:

(2) وهو رقم ثابت يدل على مجموعة درجة الحرارة فى نقطة الندى.

(sn) وهو رقم يدل على نوع درجة الحرارة فإذا كانت موجبة يكتب (0)، وإذا كانت سالبة يكتب (1).

($T_dT_dT_d$) وهو رقم مكون من ثلاث خانات تعبر عن قيمة درجة الحرارة بالدرجة المئوية فى نقطة الندى، والدرجة موزعة على خانة العشرات وخانة الآحاد ثم خانة رقم عشرى واحد.

وعند تمثيل هذه المجموعة بالارقام (20171) فيعنى ذلك أن درجة الحرارة عند نقطة الندى موجبة وتبلغ ١٧,١°م.

٦- **المجموعة السادسة** ($3\ P_o\ P_o\ P_o$)؛ تسمى مجموعة الضغط الجوى عند سطح الأرض (عند منسوب محطة الارصاد الجوية)، وتحتوى على:

(3) رقم ثابت يدل على مجموعة الضغط الجوى عند منسوب المحطة.

($P_oP_oP_oP_o$) رقم مكون من أربعة خانات (مئات – عشرات – آحاد – جزء من عشرة) ويدل على قيمة الضغط الجوى عند منسوب المحطة بالملليبار وأعشاره بعد حذف رقم الآلاف، فعلى سبيل المثال إذا كان الضغط الجوى عند منسوب المحطة هو ١٠١٢,٣ ملليبار فيكتب بالشفرة (30123)، أما إذا كان الضغط الجوى عند منسوب المحطة 958.3 ملليبار فيكتب بالشفرة (39583).

وعند تمثيل هذه المجموعة بالارقام (30162) فيعنى ذلك أن قيمة الضغط الجوى عند منسوب المحطة هو ١٠١٦,٢ ملليبار.

٧- **المجموعة السابعة** (4 PPPP)؛ وتسمى مجموعة الضغط الجوى عند مستوى سطح البحر، وتحتوى على:

(4) رقم ثابت يدل على مجموعة الضغط الجوى عند مستوى سطح البحر.

(PPPP) رقم مكون من أربعة خانات (مئات – عشرات – آحاد – جزء من عشرة).

ويدل على قيمة الضغط الجوى عند مستوى سطح البحر عند موضع المحطة، ويكتب بالطريقة نفسها المذكورة فى المجموعة السادسة.

٨- **المجموعة الثامنة (5a PPP)**: وتسمى مجموعة التغير فى الضغط الجوى وتحتوى على:

(5) رقم ثابت يدل على مجموعة التغير فى الضغط الجوى.

(a) تدل على نوع التغير فى الضغط الجوى خلال الثلاث ساعات الاخيرة من حيث كونه متزايد، ثابت، متناقص، وغيرها الموضحة بالجدول رقم (١٥) فى الفصل الخامس.

(PPP) رقم مكون من ثلاث خانات (عشرات، آحاد، جزء من عشرة) ويدل على مقدار التغير فى الضغط الجوى بالملليبار وأعشاره.

وعند تمثيل هذه المجموعة بالارقام (52112) فيعنى ذلك أن الضغط الجوى ارتفع باستمرار ثم ثبتت قيمته، وأن مقدار الارتفاع فى الضغط هو ١١,٢ ملليبار.

٩- **المجموعة التاسعة ($6\ RRRt_R$)**: وتسمى مجموعة المطر وتحتوى على:

(6) وهو رقم ثابت يدل على مجموعة المطر.

(RRR) وهو رقم مكون من ثلاث خانات (عشرات، آحاد، جزء من عشرة) يدل على كمية الامطار الساقطة بالسنتيمترات وأعشارها.

(t_R) وهو رقم يدل على مدة سقوط الأمطار بالساعات، ويتم إختيار هذا الرقم اعتماداً على ارقام الجدول التالى رقم (٢٤).

جدول رقم (٢٤) الأرقام الدالة علي مدة سقوط الامطار في شفرة الطقس

مدة سقوط الامطار	T_R
لم تسقط أمطار	0
أقل من ساعة:	1
١- أقل من ساعتين	2
٢- أقل من ثلاث ساعات	3
٣- أقل من اربع ساعات	4
٤- اقل من خمس ساعات	5
٥- أقل من ست ساعات	6
٦- أقل من ١٢ ساعة	7
أكثر من ١٢ ساعة	8
غير معروف	9

وعند تمثيل هذه المجموعة بالأرقام (63623) فيعنى ذلك أن كمية الامطار الساقطة بلغت ٣٦,٢ سم، وسقطت فى مدة تتراوح بين ساعتان، وأقل من ثلاث ساعات.

١٠- **المجموعة العاشرة** ($7wwW_1W_2$)، وتسمى مجموعة وصف الطقس وتحتوى على العناصر التالية:

(7) وهو رقم يدل على مجموعة وصف الطقس

(ww) وهو رقم مكون من خانتين يدل على رقم حالة الطقس السابق ويتم استخراج مدلول هذه الحالة من جدول رقم (٢٣) بالفصل الخامس الذى يوضح رموز حالات الطقس المختلفة.

(W_1W_2) وهو رقم مكون من خانتين يدل على رقم حالة الطقس الحالى ويتم استخراج مدلول هذه الحالة من جدول رقم (٢٣) .

وعند تمثيل هذه المجموعة بالارقام (76564) فيعني ذلك أن حالة الطقس السابق (رقم 65) هى تساقط على شكل مطر غزير متقطع، وأن حالة الطقس الحالية (رقم 64) هى تساقط على شكل مطر متوسط مستمر حتى وقت الرصد.

١١- المجموعة الحادية عشر ($8N_hC_LC_MC_H$)، وتسمى مجموعة السحب وتحتوى على العناصر التالية:

(8) وهو رقم يدل على مجموعة ارصاد السحب.

(N_h) وهو رقم يدل على المساحة من السماء المغطاة بالسحب المنخفضة ويتم اختياره من مجموعة الرموز الرقمية المستخدمة فى توضيح غطاء السماء بالسحب المذكورة بالفصل الخامس.

(C_L) وهو رقم يدل على حالة السحب المنخفضة، ويتم اختياره من ارقام حالة السحب المنخفضة الموضحة بالجدول رقم (١٨) بالفصل الخامس.

(C_M) وهو رقم يدل على السحب متوسطة الارتفاع، ويتم اختياره من ارقام حالة السحب متوسطة الارتفاع الموضحة بالجدول رقم (١٩) بالفصل الخامس.

(C_H) وهو رقم يدل على حالة السحب المرتفعة، ويتم اختياره من ارقام حالة السحب المرتفعة الموضحة بالجدول رقم (٢٠) بالفصل الخامس.

وعند تمثيل هذه المجموعة بالارقام (87386) فيعنى ذلك أن تسعة اعشار القبة السماوية مغطاة بالسحب المنخفضة، وتوجد بالسماء سحب المزن الركامى المنخفضة، وسحب الركام متوسطة الارتفاع، وسحب السمحاق الطبقى.

يتضح من العرض السابق أن شفرة الطقس تحتاج إلى الإلمام بمدلول الأرقام التى تحتويها لكى يمكن تفسير حالة الطقس السائدة وكتابة تقرير أو نشرة

الرموز المستخدمة فى خرائط الطقس لكى يسهل تفهم وعرض النشرات الجوية، وتفسير الشفرات الجوية.

ولمزيد من تفهم وعرض وتفسير الشفرات الجوية يتم تمثيل الشفرة الجوية برسم بيانى قياسى يجمع بين عناصر الشفرة فى إطار بيانى واحد تصدره مراكز الارصاد الجوية تحت مسمى نموذج الطقس Weather Synoptic، وهو نموذج قياسى يفهمه متخصصوا الارصاد الجوية ودارسوا خرائط الطقس، وهو يرتبط بالشفرة الجوية والرموز الوصفية أو الرقمية الدالة على المجموعات الرقمية بها.

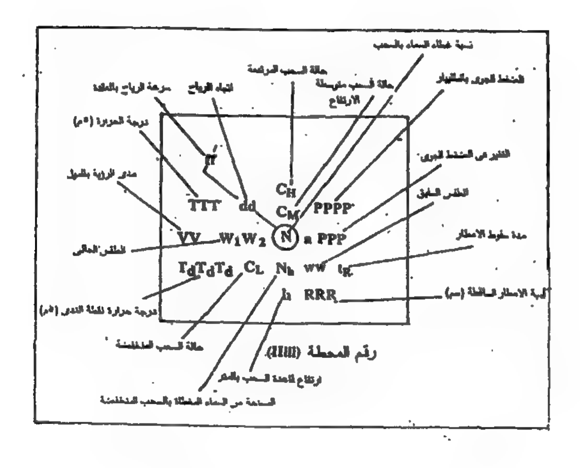
تصميم نموذج الطقس:

يتم تصميم نموذج الطقس اعتماداً على الشفرة الجوية التى تصدرها مراكز الارصـــاد الجويـــة وباستخدام مجموعة الرموز المستخدمة فى خرائط الطقس التى سبق عرضها خـــلال الفصل الخامس، ويتكون نموذج الطقس من شكل بيانى قياســـى (موحد) عبارة عن تجميع للرموز الدالة عن حالة كل عنصر من عناصر الطقس فى صفوف واتجاهات تحيط بمركز يمثل موقع محطة أو مركز الارصـــاد الجـــوية الذى أصدر الشفرة الجوية. وهو ما يوضحه الشكل رقم (٤٥).

ويتـــم عنـــد تصميـــم نموذج الطقس الالتزام بالتنسيق القياسى له الموضح بالشكل رقم (٤٥)، واتباع الخطوات التالية هو ما يعبر عنه الشكل رقم (٤٦).

١- الحصول على شفرة الطقس من مركز الارصاد الجوية كما هو موضح بالجدول التالى رقم (٢٥).

٢- ترسم دائرة صغيرة فى مركز ورقة الرسم يوقع بداخلها الرمز الدال على غطاء السحب والذى تعبر عنه الشفرة فى خانة (N) بالمجموعة الثالثة بالرقم (8) ويعنى أن السماء مغطاة تماماً بالسحب.



شكل رقم (٤٥) الشكل القياسي لنموذج الطقس

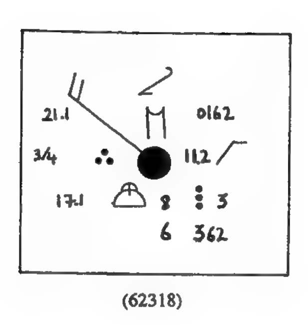
جدول رقم (٢٥) احدي شفرات الطقس الصادرة من محطة الاسكندرية بجمهورية مصر العربية

IIiii	$I_R I_x hVV$	Nddff	$1_{sn}TTT$	$2_{sn}T_dT_dT_d$	$3P_oP_oP_oP_o$	4PPP	$5_a ppp$	$6RRRt_R$	$7_{www}W_1W_2$	$8N_hC_LC_MC_H$
62318	15612	83220	10211	20171	30162	40175	52112	63623	76564	88386

٣- يوقع اتجاه الرياح بالدرجات على هيئة خط يمثل درجة الاتجاه ويمتد من مركز الدائرة فى الاتجاه المرصود والذى تعبر عنه الشفرة فى الخانتين (dd) بالمجموعة الثالثة بالرقم (32)، وهو مسجل بالشفرة بعشرات الدرجات فيكون ٣٢٠ درجة، ثم يوقع سرعة الرياح بالعقدة على هيئة خطوط صغيرة متقاطعة مع إتجاه الرياح عند نهايته والتى سبقت الاشارة اليها بالشكل رقم (٣٧-أ) بالفصل الرابع، والسرعة المسجلة بالشفرة فى الخانتين (ff) بالمجموعة الثالثة بالرقم (٢٠) عقدة.

٤- توقع درجة حرارة الهواء بالارقام وبالدرجات المئوية واعشارها فى الركن الشمالى الغربى بالنسبة للدائرة المركزية والتى تعبر عنها الشفرة فى الخانات (TTT) بالمجموعة الرابعة (211) وهو يعنى أن درجة الحرارة تبلغ ٢١,١°م وهى درجة موجبة كما يتم التعبير عن ذلك فى الشفرة فى خانة (sn) بالرقم (٥). وبالطريقة نفسها يتم توقيع درجة حرارة نقطة الندى التى تعبر عنها الشرفة فى الخانات ($T_dT_dT_d$) فى الركن الجنوبى الغربى بالنسبة للدائرة المركزية.

٥- توقع قيمة الضغط الجوى بالارقام بالملليبار وأعشاره فى الركن الشمالى الشرقى بالنسبة للدائرة المركزية والتى تعبر عنها الشفرة فى الخانات ($P_oP_oP_oP_o$) بالمجموعة السادسة بالرقم (0162)وهو يعنى أن قيمة الضغط الجوى عند منسوب سطح المحطة يبلغ ١٠١٦,٢ مللليبار. أو التى تعبر عنها



(62318)

شكل رقم (٤٦) نموذج الطقس الذي يمثل الشفرة الصادرة من محطة الاسكندرية بجمهورية مصر العربية الموضحة بالجدول رقم (٢٥)

الشفرة فى الخانات (PPPP) بالمجموعة السابقة بالرقم (0175) وهو يعنى أن قيمة الضغط الجوى عند مستوى سطح البحر يبلغ ١٠١٧,٥ ملليبار.

٦- يوقع مقدار التغير فى الضغط الجوى ونوعه فى الاتجاه الشرقى من الدائرة المركزية والذى تعبر عنه الشفرة فى خانة (a) بالمجموعة الثامنة بالرقم (٢) وهو يعنى أن التغير فى الضغط الجوى خلال الثلاث ساعات السابقة كان متزايداً ثم ثبت، وأن مقدار التغير الذى تعبر عنه الشفرة فى خانات

(PPP) بالمجموعة الثامنة بالرقم (112) زاد بمقدار ١١,٢ ملليبار.

٧- توقع حالة السحب متوسطة الارتفاع (C_M) برسم الرمز الدال عليها فى الاتجاه الشمالى بالنسبة للدائرة المركزية والتى تعبر عنها الشفرة فى الخانة (C_M) بالمجموعة الحادية عشرة بالرقم (8) وهو يعنى وجود سحب ركامية، ثم توقع حالة السحب المرتفعة (C_H). برسم الرمز الدال عليها فى الاتجاه الشمالى أيضاً بالنسبة للدائرة المركزية وفوق رمز السحب متوسطة الارتفاع والذى تعبر عنه الشفرة فى الخانة (C_H) بالمجموعة الحادية عشرة بالرقم (6) وهو يعنى وجود سحب سمحاق طبقى. ثم توقع حالة السحب المنخفضة (C_L) برسم الرمز الدال عليها فى الاتجاه الجنوبى الشرقى من الدائرة المركزية والذى تعبر عنه الشفرة فى الخانة (C_L) بالمجموعة الحادية عشرة بالرقم (3) ويعنى وجود سحب المزن الركامى.

٨- توقع المساحة من السماء المغطاة بالسحب على هيئة رقم يكتب جنوب الدائرة المركزية مباشرة وتعبر عنه الشفرة فى الخانة (N_h) بالرقم (7)وهو يكتب كما هو مكتوب بالشفرة ويعنى أن تسعة أعشار السماء مغطاة بالسحب المنخفضة، ثم يسجل أسفله مباشرة ارتفاع قاعدة السحب فوق مستوى سطح البحر الذى تعبر عنه الشفرة فى الخانة (h) بالمجموعة الثانية بالرقم (6) وهو يكتب أيضاً كما هو موجود بالشفرة ويدل على ارتفاع قاعدة السحب بمسافة تتراوح بين ١٠٠٠، ١٥٠٠ متراً فوق سطح البحر.

٩- توقع مدى الرؤية بالأميال فى الاتجاه الغربى بالنسبة للدائرة المركزية والتى تعبر عنها الشفرة فى الخانات (VV) بالمجموعة الثانية بالرقم (12) المسجل بمئات الامتار فيصبح بعد تحويله (١٢٠٠ متر)، ويتم عند تسجيله بنموذج الطقس تحويله إلى اميال فيصبح 3/4 ميل.

١٠- توقع حالة الطقس الحالى برسم الرمز الدال عليها فى الاتجاه الغربى بالنسبة للدائرة المركزية والتى تعبر عنها الشفرة فى الخانات (W_1W_2)

بالمجمـوعة العاشـرة بالرقـم (64)، وهو يعنـى أن حـالــة الطقس الحالى هى الحـالة رقـم ٦٤ بجـدول حالات الطقس رقم (٢٣) بالفصل الخامس.

وبالمثل توقع حـالة الطقس السـابق برسم الرمز الدال عليهـا فى الاتـجاه الـجنوبى الشرقى بالنسبـة للدائرة المركـزيـة والتى تعبر عنها الشفرة فـى الخانات (WW) بالمجموعة العاشرة بالرقم (65).

١١- توقع كمية الأمطار بالارقام بالسنتيمترات وأعشارها فى الركن الجنوبى الشرقى (أسفل حالة الطقس السابق) والتى تعبر عنها الشفرة فى الخانات (RRR) بالرقم (362) وهو يعنى أن كمية الامطار الساقطة تعادل ٣٦,٢ سم، وتوقع مـدة سقوط الامطار على هيئـة رقم فى الاتجـاه الجنوبى الشرقى (بجوار حالة الطقس السابق) والتى تعبر عنها الشفرة فى الخانة (t_R) بالرقم (3) ويكتب كما هو موجود بالشفرة.

تقرير الطقس:

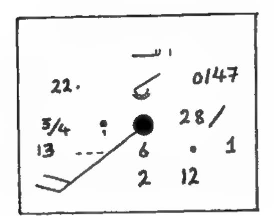
يتم كتابة تقرير الطقس من خلال تفسير نموذج الطقس بعد تصميمه اعتماداً على شفرة الطقس التى أصدرتها محطة الارصاد الجوية. وتستعرض فيما يلى بعض الأمثلة على ذلك:

مثال رقم (١):

يوضح الشكل رقم (٤٧) نموذج الطقس الذى نشرته احدى مراكز الارصاد الجوية، ويمكن من تتبعه كتابة التقرير التالى:

يتصف الطقس الحالى بأنه غائم ويتساقط رذاذ ومطر خفيف بعد أن كان خلال الساعات الثلاثة السابقة يتساقط مطر خفيف متقطع، وتبلغ درجة حرارة الهواء ٢٢°م، فى حين تبلغ درجة حرارة الهواء فى حالة التشبع ببخار الماء (نقطة الندى) ١٣°م، وتبلغ قيمة الضغط الجوى ١٠١٤,٧ ملليبار وهو يرتفع بمقدار ٢٨ ملليبار عن نظيره المسجل فى الثلاث ساعات السابقة حيث ارتفع

الضغط الجوى باستمرار ولازال مستمراً فى الارتفاع، ويبلغ مدى الرؤية ١٢٠٠ متراً، وتتحرك الرياح فى اتجاه جنوبى غربى بسرعة تتراوح بين ١٨ ،



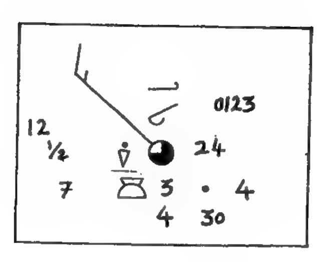
شكل رقم (٤٧) مثال لنموذج الطقس الصادر من احدي مراكز الارصاد الجوية

٢٢ عقدة، وتتراوح المساحة من السماء المغطاة بالسحب المنخفضة بين سبع وثمانية أعشار القبة السماوية، وتظهر سحب السمحاق المرتفعة بكثافة، وسحب الركام المختلط بالسمحاق الركامى، كما تظهر سحب طبقية سميكة تختلط بالسحب الركامية، وترتفع قاعدة السحب بمسافة تتراوح بين ١٠٠، أقل من ٢٠٠ متراً.

مثال رقم (٢):

يوضح الشكل رقم (٤٨) نموذج الطقس الذى نشرته احدى مراكز الارصاد

الجوية ويمكن من تتبعه كتابة التقرير التالى.



شكل رقم (٤٨) أحد نماذج الطقس الصادرة من احدي مراكز الارصاد الجوية

يتصف الطقس الحالى بأنه غائم جزئياً حيث تتراوح المساحة من السماء المغطاة بالسحب بين سبعة اعشار وثمانية اعشار القبة السماوية، ويتساقط رخات خفيفة من المطر بعد أن كان خلال الساعات الثلاثة السابقة يتساقط مطر خفيف متقطع. وتبلغ درجة حرارة الهواء ١٢°م، فى حين تبلغ درجة حرارة الهواء عند نقسة الندى ٧°م، وتبلغ قيمة الضغط الجوى ١٠١٢,٣ ملليبار وهو يرتفع بمقدار ٢٤ ملليبار عن نظيره المسجل فى الثلاث ساعات السابقة حيث ارتفع الضغط الجوى ثم ثبت بعد ذلك. يبلغ مدى الرؤية ٨٠٠ متراً، وتتحرك الرياح فى اتجاه

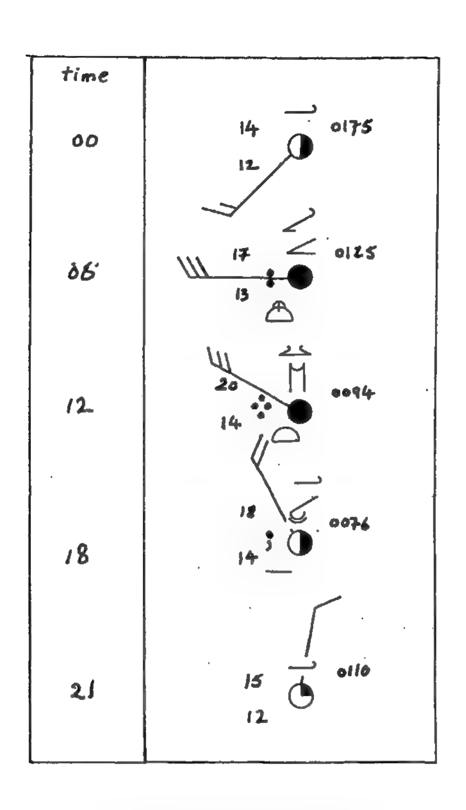
شمالي شرقي بسرعة تتراوح بين ١٣، ١٧ عقدة، وتبلغ المساحة من السماء المغطاة بالسحب المنخفضة اربعة اعشار القبة السماوية، وتظهر سحب السمحاق بشكل متقطع، السحب الركامية الرقيقة والمتقطعة متوسطة الارتفاع، أما السحب المنخفضة فتظهر سحب المزن الركامي ذات القمم السمحاقية، وترتفع قاعدة السحب بمسافة تتراوح بين ٣٠٠، أقل من ٦٠٠ متراً.

تقرير الطقس اليومي:

يتم اعداد تقرير الطقس اليومي من خلال تفسير نماذج الطقس الصادرة من محطة الارصاد الجوية على مدار اليوم الواحد، ويوضح الشكل رقم (٤٩) نماذج الطقس الصادرة من احدى محطات الارصاد الجوية كل ست ساعات على مدار اليوم ويمكن بقراءتها وتحليلها التعرف على طقس اليوم كاملاً والظواهر الجوية المميزة له على النحو التالي:

يتصف طقس اليوم بأنه غائم كلياً حتى منتصف اليوم ثم غائم جزئياً حتى نهايته، ولا تنخفض المساحة من السماء المغطاة بالسحب إلى أقل من أربعة اعشار القبة السماوية، ويؤثر على المكان اعصار (منخفض جوى)، يتحرك بسرعة نحو الشرق حيث يلاحظ انخفاض الضغط الجوى تدريجياً مع بداية اليوم وحتى نهاية النهار ويتغير اتجاه الرياح من الجنوب الغربي في بداية اليوم ثم الغربي ثم الشمالي الغربي ثم شمالي الشمال الشرقي خلال الاربع والعشرين ساعة، كما تتصف الرياح بالهدوء النسبي في بداية اليوم ثم تزداد سرعتها تدريجياً حتى تبلغ اقصاها (٣٣ عقدة) عند منتصف النهار وهو وقت مرور مركز الاعصار، ثم تنخفض سرعتها بعد ذلك.

ويتصف الطقس أيضاً بأنه شديد البرودة عند منتصف الليل بارداً عند بداية النهار، دافئ نهاراً، وتظهر السحب المرتفعة عند منتصف الليل، تتدرج في الكثافة مع بداية النهار فتظهر سحب السمحاق الطبقي والسحب الطبقية والمزن الركامي وتتساقط الامطار المتوسطة ثم الغزيرة في منتصف النهار، ثم تقل



شكل رقم (٤٩) نماذج الطقس الصادرة على مدار اليوم
من احدى محطات الارصاد الجوية

كمية السحب فتظهر السحب الركامية المتقطعة والسمحاق المتقطع ينتج عنها رذاذ ومطر خفيف فى نهاية النهار، ثم تقل كمية السحب بعد مرور الاعصار فتظهر سحب السمحاق فى نهاية اليوم، ويتوقف سقوط المطر وتهدأ الرياح ويبدأ الضغط الجوى فى الارتفاع ويتحول الطقس إلى طقس صحو بعد مرور الاعصار.

تقرير الطقس الاسبوعي:

ويتم اعداده من خلال تجميع التقارير اليومية الصادرة على مدار الاسبوع، ويعد هذا التقرير مفيداً للتعرف على احوال الطقس خلال فترة تعد طويلة نسبياً بالنسبة لتقارير الطقس، كما يفيد فى تمييز بعض الظواهر الجوية التى يستغرق تكونها بضعة أيام مثل الاعاصير واضداد الاعاصير، والكتل الهوائية، والموجات الباردة، أو الموجات الحارة، العواصف الرملية وغيرها من مظاهر الطقس. كما يفيد دراسة تقارير الطقس الاسبوعية فى التدريب على التنبؤ بالطقس والتعرف على مظاهر الطقس وارتباطها بالتغير فى درجة الرحرارة والتغير فى الضغط الجوى، فيمكن الربط بين تطور اشكال السحب ودرجة الحرارة، اتجاهات الرياح، الرطوبة النسبية، التساقط، ومرحل تكون الاعصار، ويمكن الربط بين اتجاهات الرياح وسرعتها وحدوث العواصف الرملية أو الترابية، ويمكن الربط بين أنواع الكتل الهوائية المؤثرة فى المكان وتكون الجبهات، أو تكون الاعاصير أو اضدادها، درجة الحرارة، الرطوبة النسبية.

الفصل السابع

خرائط الطقس

- مقدمة.
- خرائط الطقس السطحية
- خرائط الطقس للهواء العلوي
- انتاج خرائط الطقس

- خرائط خطوط الحرارة المتساوية
- خرائط خطوط الضغط المتساوي
- خرائط الرياح والسحب
- خرائط الرياح
- خرائط الطقس المتكاملة
- نشرات الطقس

مقدمة..

يعد تصميم خرائط الطقس عملاً كرتوجرافياً هاماً يحتاج إلى الالمام بأسس رسم الخرائط وتوقيع الرسوم والاشكال البيانية والرموز الموضعية والخطية المعبرة عن حالة الطقس. ويستخدم فى رسم خرائط الطقس كل من الرسم اليدوى والرسم الآلى بواسطة الحاسب الآلى. وفى كلتا الحالتين يتم الرسم اعتماداً على بيانات الرصد الجوى الصادرة من محطات ومراكز الرصد الجوى سواء كانت تلك البيانات مجمعة من المراكز الارضية الموزعة على سطح الأرض، أو من أجهزة الراديو ساوند فى مراكزها الجوية على مستويات مرتفعة عن مستوى سطح الارض، أو من صور الاقمار الاصطناعية التى تُلتقط من مسافات مرتفعة جداً عن مستوى سطح الأُرض.

وتمثل خريطة توزيع محطات ومراكز الارصاد الجوية على سطح الأرض خريطة الأساس ألتى يعتمد عليها فى انتاج خرائط الطقس، ففى حالة رسم خطوط التساوى تعد مواقعها هى نقط الربط الأساسية المستخدمة فى إنتاج خرائط خطوط التساوى، وفى حالة رسم خرائط اتجاهات الرياح وسرعتها تعد مواقعها هى النقط التى توقع فوقها وردات الرياح بأنواعها ونقطة الاصل التى يتم منها حساب زوايا اتجاهات الرياح، وفى حالة توقيع نماذج الطقس تمثل مواقعها المركز الذى تحيط به الرموز المستخدمة فى رسم النموذج.

ويظهر على خرائط الأساس توزيع محطات ومراكز الأرصاد الجوية بحيث ترسم دائرة صغيرة فوق موقع كل محطة ويكتب بجوارها الرقم الدولى للمحطة (iiii) أما الرقم الإقليمى لها (II) فهو يكتب فى منتصف المساحة من الخريطة التى تحتوى على المحطات التابعة للأقليم فعلى سبيل المثال تأخذ محطة الاسكندرية (مصر) رقماً محلياً (318) وهى تقع داخل اقليم (62) فيكون رقمها العالمى (IIiiii) هو (62318). وتوضح الاشكال رقم (٥٠)، (٥١)، (٥٢)، (٥٣)، (٥٤)، (٥٥) توزيع محطات الارصاد الجوية فى بعض قارات العالم.

خرائط الطقس السطحية Surface Weather Maps:

ويتم تصميمها بعد تعديل الضغط الجوى المقاس فى محطة الارصاد الجوية الى مستوى سطح البحر حتى يتم التخلص من أثر الاختلاف فى مناسيب محطات الارصاد الجوية فى قيمة الضغط الجوى، وبهذه الطريقة يمكن المقارنة بين قيم الضغط الجوى فى مستوى واحد هو مستوى سطح البحر، ويتم رسم خطوط الضغط المتساوى اعتماداً على القيم الجديدة المعدلة.

وتعد خرائط الطقس السطحية هى الاساس الذى يعتمد عليه عند كتابة النشرة الجوية أو تقارير الطقس التى توزع على مراكز الارصاد الجوية الإقليمية، أو التى تعلن للعامة، أو التى تتاح للمستخدمين.

خرائط الطقس للهواء العلوي Upper - Air Weather Maps:

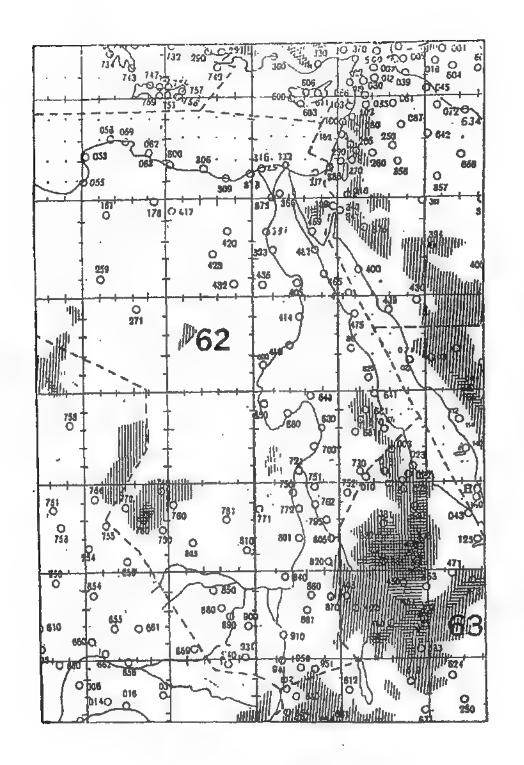
ويتم تصميمها اعتماداً على البيانات المسجلة عن طريق اجهزة الراديو ساوند عند مستويات مرتفعة عن سطح الأرض ينخفض فيها الضغط الجوى عن مثيله عند سطح البحر مثل مستويات ضغط ٢٥٠ ملليبار، ٥٠٠ ملليبار، ٨٥٠ ملليبار، فعلى سبيل المثال تمثل خرائط الطقس عند مستوى ٥٠٠ ملليبار خصائص عناصر الطقس عند المستوى الذى ينخفض فيه الضغط الجوى فى طبقات الجو العليا إلى نصف قيمته تقريباً عند سطح البحر.

ويتباين ارتفاع سطح الضغط الجوى فى مستويات الهواء العليا، فعلى سبيل المثال يتباين ارتفاع سطح ضغط جوى ٥٠٠ ملليبار من مكان إلى آخر على سطح الأرض للأسباب الآتية:

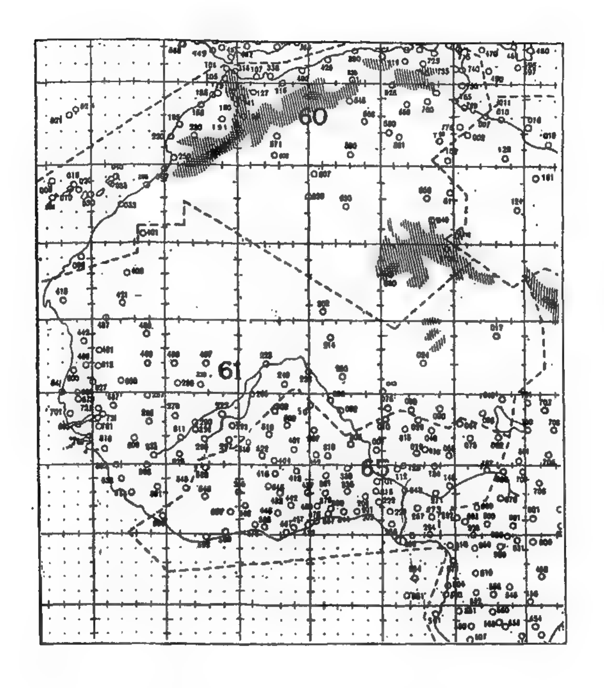
١- تباين درجة حرارة الهواء وكثافته من مكان إلى آخر على سطح الأرض.

٢- تباين معدل التغير الرأسى فى درجة حرارة الهواء تحت مستوى الضغط من مكان لآخر تبعاً لتباين كمية بخار الماء والمواد العالقة فى الهواء.

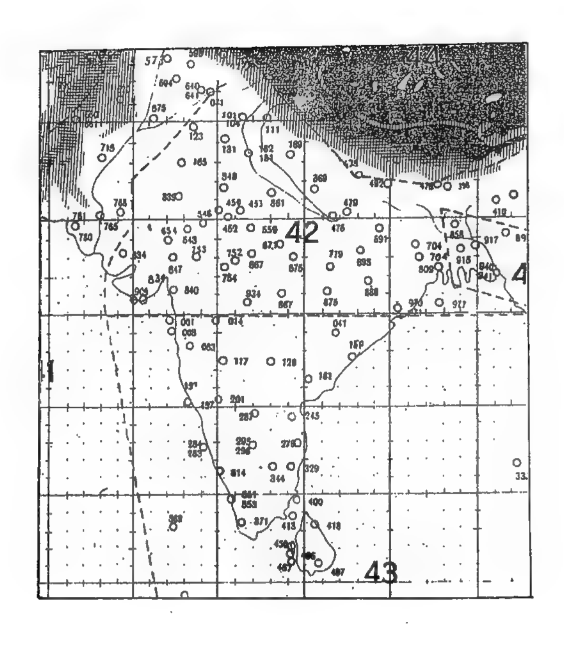
٣- تباين معدل الانخفاض فى الضغط الجوى بالارتفاع رأسياً بعيداً عن سطح



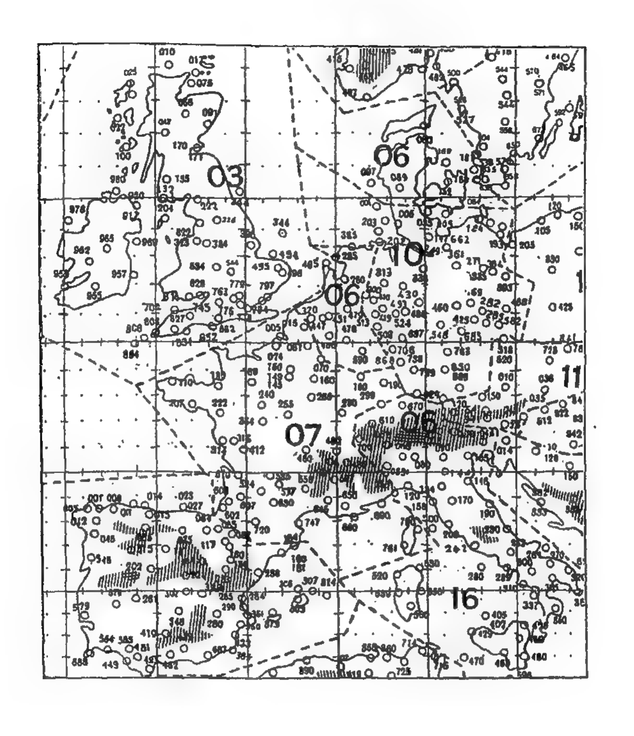
شكل رقم (٥٠) توزيع محطات الارصاد الجوية
في شمال شرق افريقيا والشرق الاوسط



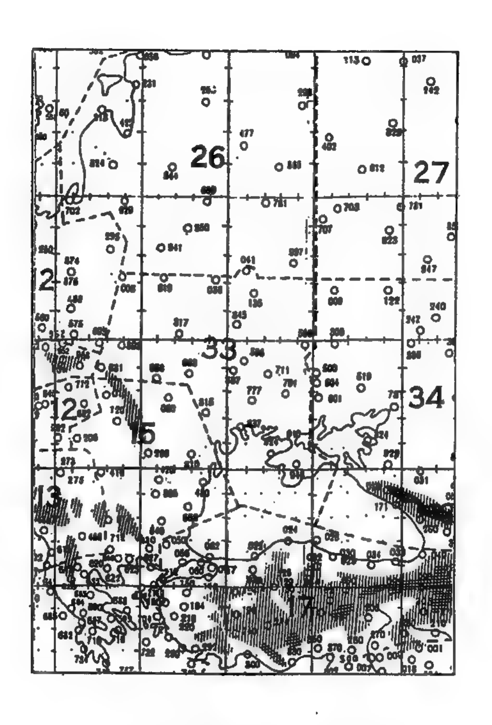
شكل رقم (٥١) توزيع محطات الارصاد الجوية في غربي افريقيا



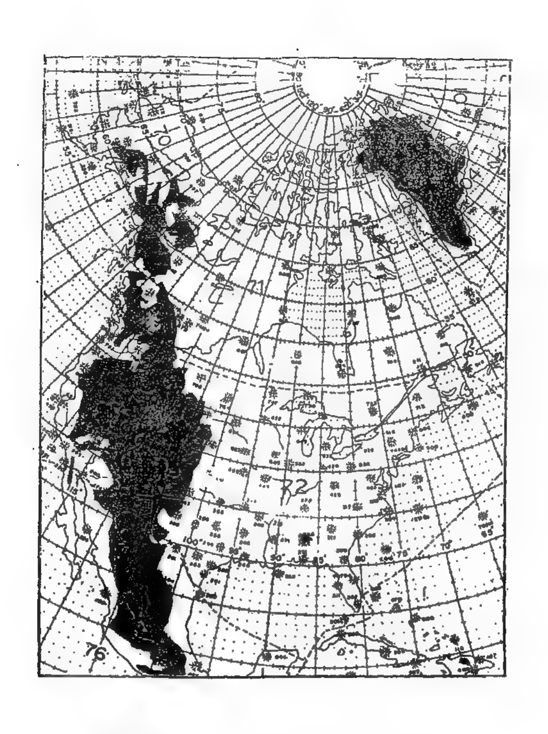
شكل رقم (٥٢) توزيع محطات الارصاد الجوية في جنوبي اسيا



شكل رقم (٥٢) توزيع محطات الارصاد الجوية في غربي أوروبا



شكل رقم (٥٤) توزيع محطات الارصاد الجوية
في شرقي أوروبا ووسط آسيا



شكل رقم (٥٥) توزيع محطات الارصاد الجوية في امريكا الشمالية

الأرض بسبب تباين درجة حرارة وكثافة الكتل الهوائية المؤثرة على سطح الأرض.

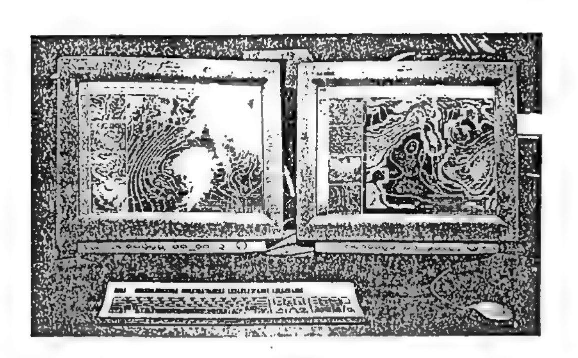
وتصدر مراكز الارصاد الجوية خرائط الطقس السطحية كل ثلاث ساعات يومياً (الساعة صفر، ٣، ٦، ٩، ١٢، ١٥، ١٨، ٢١)، فى حين تصدر خرائط الطقس العلوية مرتين يومياً (الساعة صفر، الساعة ١٢)، وتعد خرائط الطقس العلوية فى مستوى ٢٥٠ ملليبار ليست هامة بسبب قربها من مستوى الهواء النفاث القوى، وكذلك خرائط الطقس العلوية فى مستوى ٨٥٠ ملليبار بسبب قربها من مستوى هواء سطح الأرض.

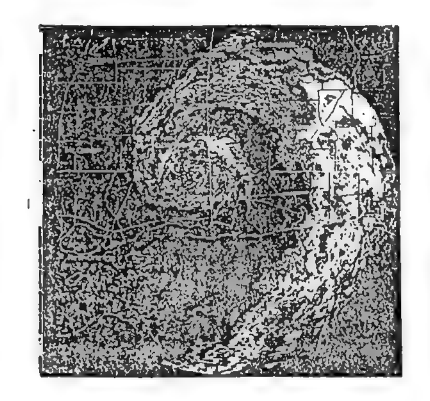
وتقوم مراكز الارصاد الجوية بتفسير وتحليل خرائط الضغط فى المستوى السطحى والمستوى العلوى وتربط بينهما وبين كثافة الهواء وسرعة الرياح وحركة الهواء الرأسية، وعند التنبؤ بحالة الطقس فى الأيام التالية ليوم الرصد.

إنتاج خرائط الطقس:

تستخدم الرسوم البيانية ورموز الخط والموضع فى توقيع بيانات الطقس على الخرائط، ويتطلب ذلك الإلمام بأسس الكارتوجرافيا لكى يتم اخراج الخرائط بالشكل الصحيح الواضح السهل القراءة والتفسير، ويتم انتاج خرائط الطقس يدوياً وآلياً تبعاً للمستوى التقنى لمركز الارصاد الجوية المنتج لها. وفى حالة انتاجها آلياً يتطلب ذلك توافر برامج آلية متخصصة فى إنتاج خرائط الطقس مزودة بقوائم الرموز المستخدمة، وبامكانية تصميم الرسوم البيانية، وخرائط خطوط التساوى بالطرق العلمية الصحيحة.

ويتطلب انتاج خرائط الطقس تعاوناً مشتركاً بين عدد كبير من محطات ومراكز الارصاد الجوية التى تقوم باستقبال وارسال شفرات الطقس بينها لكى تغطى البيانات مساحة الاقليم المطلوب رسم خرائط الطقس له، وتتنوع خرائط الطقس المنتجة من مراكز الارصاد الجوية ويرتبط ذلك بأنواع البيانات المطلوب تمثيلها، وبعناصر الطقس المرصودة والمسجلة بشفرة الطقس بكل محطة أو مركز، وفيما يلى عرضاً لأنواع خرائط الطقس بالتفصيل.





شكل رقم (٥٦) استخدام الحاسب الآلي في إنتاج خرائط الطقس وتحليل المرئيات الفضائية

خرائط خطوط الحرارة المتساوية Isotherm:

ويعتمد إنتاج هذه الخرائط على قيم درجة حرارة الهواء المرصودة بمحطات الارصاد الجوية المختلفة، ويستفاد من خرائط خطوط الحرارة المتساوية فى التعرف على التوزيع الافقى لدرجة حرارة الهواء وربطها بالمتغيرات المكانية التى يأتى الموقع الفلكى والموقع الجغرافى وخصائص موضع المحطة والبعد والقرب من المسطحات المائية والغطاء النباتى فى مقدمتها، بالإضافة إلى تباين مناسيب سطح الأرض، والتداخل بين اليابس والماء، وغيرها من المتغيرات المكانية الاخرى المؤثرة فى التوزيع الافقى لدرجة الحرارة.

ويوضح الجدول التالى رقم (٢٦) توزيع بعض عناصر الطقس التى رصدتها محطات الارصاد الجوية المصرية يوم ١١ / ٣ / ٢٠٠٢م المنصرم، ويمكن تصميم خريطة خطوط الحرارة المتساوية لمصر اعتماداً على ارصاد درجة حرارة الهواء المسجلة بالجدول رقم (٢٦) التى تأخذ الرمز (IsnTTT) فى الشفرة الجوية على النحو الذى تمثله خريطة خطوط الحرارة المتساوية بالشكل رقم (٥٧).

ويتضح من تتبع خريطة خطوط الحرارة المتساوية فى مصر يوم ٢٠٠٢/٣/١١ ما يلى:

١- تتراوح درجة حرارة الهواء فى مصر يوم ٢٠٠٢/٣/١١م بين ١٩°م، ٢٧°م.

٢- تنخفض درجة حرارة الهواء تدريجياً بالاتجاه من الشمال إلى الجنوب فى اتجاه العروض الدنيا.

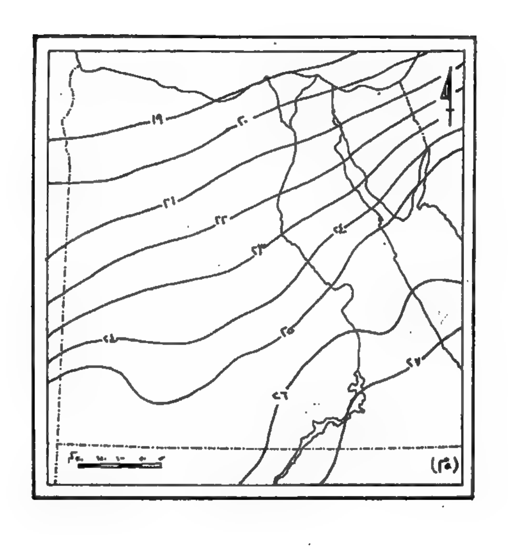
٣- تنخفض درجة حرارة النطاقات الساحلية على البحر المتوسط بالمقارنة بالنطاقات الساحلية على البحر الأحمر.

٤- تنخفض درجة حرارة الصحراء الغربية بالمقارنة بدرجة حرارة الصحراء الشرقية حيث تتراوح درجة حرارة الهواء بين ١٩°م، ٢٥°م فى الصحراء

جدول رقم (٣٦) أرصاد درجة الحرارة والضغط الجوي والرياح ونسبة تغطية السماء بالسحب في محطات الارصاد الجوية المصرية يوم ١١ / ٣ / ٢٠٠٢م

name	IIiii	Nddff	IsnTTT	4pppp
مرسى مطروح	62306	21926	10185	40075
الضبعة	62309	21923	10191	40100
اسكندرية	62318	22030	10190	40103
دمياط	32333	32433	10196	40105
العريش	62337	32335	10209	40133
القاهرة	62366	12111	10209	40117
الجيزة	62378	12112	10209	40117
المنيا	62387	02310	10223	40135
أسيوط	62393	02209	10234	40139
الاقصر	62405	02707	10257	40125
اسوان	62414	00907	10269	40120
البحرية	62420	01321	10212	40114
الفرافرة	62423	02123	10228	40101
الداخلة	62432	01619	10238	40109
الخارجة	62435	01218	10243	40120
الغردقة	62462	13520	10252	40130
القصير	62465	00117	10260	40129
الطور	62459	13416	10245	40125
طابا	62199	13313	10249	40121

المصدر: الهيئة العامة للارصاد الجوية



شكل رقم (٥٧) خريطة خطوط الحرارة المتساوية في جمهورية مصر العربية

يوم ١١ / ٣ / ٢٠٠٢م

الغربية، فى حين تتراوح بين ٢٠°م، ٢٧°م، فى الصحراء الشرقية. ويرجع السبب فى انخفاض درجة حرارة الصحراء الغربية إلى مرور الانخفاضات الجوية عليها من الغرب إلى الشرق فى ذلك الوقت وتدور حولها الرياح باتجاه عكس اتجاه عقرب الساعة فتأخذ إتجاهاً شمالياً غربياً مما يعنى أن الرياح تأتى من نطاقات أبرد (جنوب اوروبا) نحو نطاقات أدفأ فتنخفض درجة الحرارة، وكذلك بسبب مرور الجبهة الباردة فى مؤخرة الانخفاضات الجوية على الصحراء الغربية.

٥- تقل المسافات بين خطوط الحرارة المتساوية فوق شبه جزيرة سيناء بالمقارنة بالمسافات بينها فى نطاقات مصر الاخرى، ويدل ذلك على أن معدل التغير فى درجة الحرارة أسرع فوق شبه جزيرة سيناء من باقى نطاقات مصر، ويرجع السبب فى ذلك إلى عامل تضاريس سطح الأرض، حيث تشكل شبه جزيرة سيناء وحدة تضاريسية تمثلها المرتفعات على هيئة جبالٍ وهضاب يظهر فيها التغير الحرارى بشكل واضح بسبب ارتباطه بالتغير فى مناسيب سطح الأرض فى حين تكون باقى نطاقات الجمهورية أقل ارتفاعاً وتضرساً منها.

٦- تعد النطاقات الساحلية الشمالية الشرقية أعلى حرارة من نظيرتها الشمالية الغربية حيث يؤثر فى الأولى الرياح الشمالية الشرقية الجافة التى تخرج من اليابس الأسيوى صيفاً، والرياح الجنوبية الغربية الآتية من نطاقات صحراوية حارة شتاءً، فى حين يؤثر فى السواحل الغربية الرياح الشمالية الشرقية الرطبة التى تخرج من البحر المتوسط صيفاً، والرياح الشمالية الغربية الباردة التى تخرج من جنوب أوروبا والبحر المتوسط شتاءً.

خرائط خطوط الضغط المتساوي:

يمكن تصميم خريطة خطوط الضغط المتساوى السطحية لمصر اعتماداً على ارصاد الضغط الجوى عند سطح البحر المسجلة بالجدول رقم (٢٦) التى

تأخذ الرمز (PPPP 4) فى الشفرة الجوية على النحو الذى تمثله خريطة خطوط الضغط المتساوى بالشكل رقم (٥٨).

ويتضح من تتبع خريطة خطوط الضغط المتساوى فى مصر يوم ٢٠٠٢/٣/١١م ما يلى:

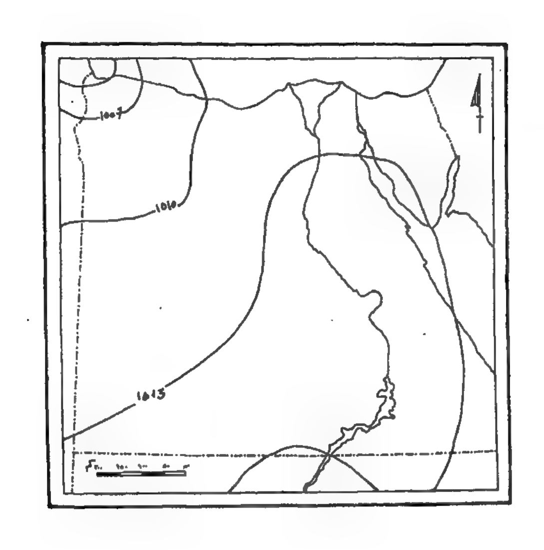
١- يتراوح الضغط الجوى بين ١٠٠٥ . ١٠١٤ ملليبار.

٢- يؤثر فى شمالى غرب مصر منخفض جوى يقع مركزه فوق البحر المتوسط، فى حين يتركز فوق مصر الوسطى مرتفع جوى.

٣- يرتفع الضغط الجوى تدريجياً بالاتجاه جنوبياً من ساحل البحر المتوسط الذى يشكل نطاقاً رئيسياً لمرور الانخفاضات الجوية، ليصل إلى أقصى ارتفاع له فى مصر الوسطى ثم ينخفض تدريجياً نحو الجنوب.

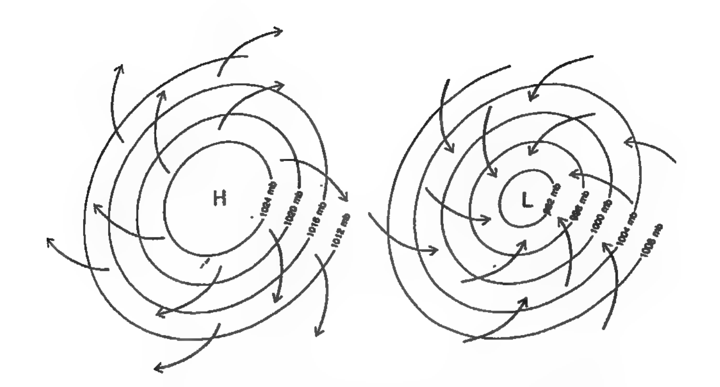
٤- تتقارب خطوط الضغط المتساوى فى النطاق الشمالى الغربى من مصر مما يعنى أن التغير فى الضغط الجوى فى هذا النطاق يكون اسرع من مثيله فى باقى نطاقات الجمهورية.

وتعد خريطة خطوط الضغط المتساوى ذات فائدة كبيرة فى تحديد اتجاهات الرياح وشدتها، فمن المعروف أن الرياح تتجه من مناطق الضغط المرتفع نحو مناطق الضغط المنخفض، كما أنها تدور فى اتجاه ضد عقرب الساعة حول مركز الانخفاض الجوى، وتدور فى اتجاه عقرب الساعة حول مركز المرتفع الجوى، شكل رقم (٥٩)، وبناء على ذلك يمكن تحديد اتجاهات الرياح على خريطة الضغط المتساوى بسهولة وهو ما يمكن تتبعه من خلال الشكل رقم (٦٠).

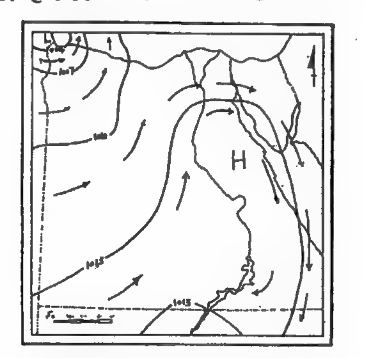


شكل رقم (٥٨) خريطة الضغط المتساوي السطحية في جمهورية مصر العربية

يوم ١١ / ٣ / ٢٠٠٢



شكل رقم (٥٩) دوران الرياح حول مركز كل من المنخفض والمرتفع الجوي



شكل رقم (٦٠) تحديد اتجاهات الرياح في خريطة خطوط الضغط المتساوي

علي مصر يوم ١١ / ٢ / ٢٠٠٢

خرائط الرياح والسحب:

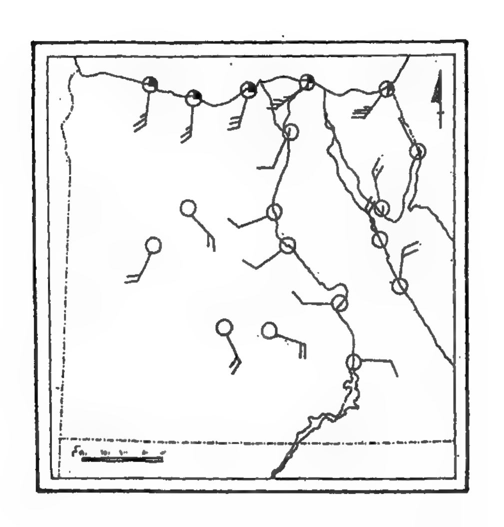
ويتم تصميمها اعتماداً على بيانات اتجاه وسرعة الرياح ونسبة تغطية السماء بالسحب المرصودة بمحطات الأرصاد الجوية المسجلة بالجدول رقم (٢٦) التي تأخذ الرمز (Nddff) في الشفرة الجوية على النحو الذى تمثله الخريطة بالشكل رقم (٦١).

يتضح من تتبع خريطة اتجاه وسرعة الرياح ونسبة تغطية السماء بالسحب في مصر يوم ١١ / ٣ / ٢٠٠٢ ما يلي:

١- تتأثر الأراضي المصرية بهبوب الرياح الغربية بأنواعها، فهي غربية في أقصى الشمال الغربي والغرب وجنوبية غربية على السواحل الشرقية والدلتا، وشمالية غربية على نطاق الصحراء الشرقية وهي رياح محملة بالغبار والأتربة بسبب هبوبها من مناطق صحراوية مفككة التربة.

٢- تتباين سرعة الرياح بين ٧ عقدة / ساعة، ٣٥ عقدة / ساعة، وتشتد سرعة الرياح على السواحل الشمالية وبخاصة الشمالية الشرقية، حيث تتراوح سرعتها بين ٢٣ ، ٣٥ عقدة / ساعة، وتتراوح قوتها بمقياس بيفورت بين ٦ ، ٨ وهي بذلك تتدرج من نسيم قوى جداً إلى هواء عاصف، في حين تنخفض سرعة الرياح في مصر الوسطى ومصر العليا فتتراوح سرعتها بين ٧ ، ٢٣ عقدة / ساعة وتتراوح قوتها بمقياس بيفورت بين ٣ ، ٦ ، وهي بذلك تتدرج من نسيم لطيف الى نسيم قوى جداً.

٣- تتباين نسبة تغطية السماء بالسحب فالسماء غائمة جزئياً في النطاقات الشمالية حيث تتراوح نسبة تغطية السماء بالسحب بين ٢ ,، ٤ , من القبة السماوية، في حين تكون السماء صافية في معظم نطاقات مصر الوسطى، والعليا، وتكون غائمة جزئياً على سواحل البحر الأحمر الشمالية وشبه جزيرة سيناء.



شكل رقم (٦١) خريطة اتجاه وسرعة الرياح ونسبة تغطية السماء بالسحب

في جمهورية مصر العربية يوم ١١ / ٣ / ٢٠٠٢م

خرائط الرياح:

ويتم تصميمها اعتماداً على بيانات اتجاه وسرعة الرياح المرصودة بمحطات الارصاد الجوية المسجلة بشفرة الطقس حيث يشيرالحرفان (dd) لاتجاه الرياح بعشرات الدرجات، والحرفان (ff) لسرعة الرياح بالعقدة، فعلى سبيل المثال يوضح الجدول رقم (٢٧) أرصاد اتجاه وسرعة الرياح فى محطات الارصاد الجوية المصرية يوم ١٧ / ١١ / ٢٠٠٠م ويمكن اعتماداً على بياناته رسم خريطة الرياح الموضحة بالشكل رقم (٦٢) الذى نستنتج منه التقرير التالى.

١- تتأثر الأراضى المصرية بهبوب الرياح الغربية بأنواعها، فهى شمالية غربية على السواحل الشمالية، وغربية فى مصر الوسطى وجنوبية غربية فى مصر العليا، وشمالية غربية على الصحراء الغربية، وجنوبية غربية على سيناء والبحر الأحمر.

٢- تتباين سرعة الرياح بين ٥، ٢٠ عقدة / ساعة، وهى تشتد على السواحل الشمالية حيث تتراوح سرعتها بين ١٤، ٢٠ عقدة / ساعة، وبين ٣، ٥ بيفورت، وهى بذلك تتراوح من نسيم لطيف الى نسيم قوى. فى حين تنخفض سرعتها على باقى انحاء مصر حيث تتراوح سرعتها بين ٥، ١١ عقدة / ساعة، وبين ٢، ٣ بيفورت، وهى بذلك تتدرج من نسيم خفيف إلى نسيم لطيف.

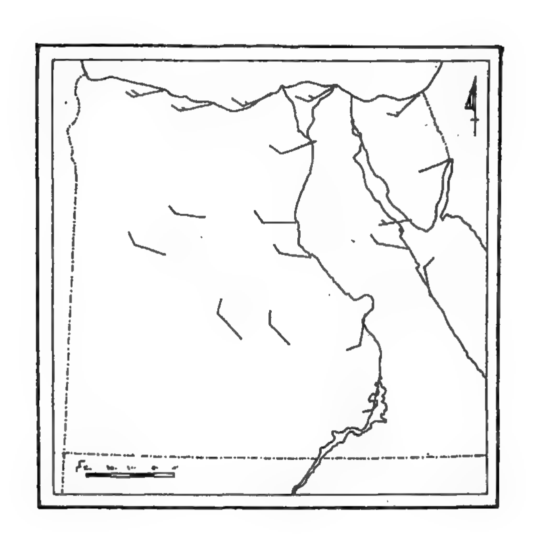
وبالمثل يمكن تصميم خريطة اتجاه الرياح على مساحات أكبر كما هو موضح بالشكل رقم (٦٣) الذى يوضح اتجاهات الرياح على قارة أفريقيا يوم ٨ يناير ٢٠٠٢ م، ويتبين من تتبعه ما يلى:

١- تدور الرياح فوق شمالى افريقيا حول مركز يقع فوق تونس باتجاه يتفق مع اتجاه عقرب الساعة وهو ما يدل على وجود مرتفع جوى يسيطر على هذا النطاق. فى حين تدور الرياح فوق شرقى المحيط الاطلسى المجاور لسواحل المغرب حول مركز عكس أتجاه عقرب الساعة وهو ما يعنى وجود منخفض جوى على هذا النطاق.

جدول رقم (٢٧) أرصاد اتجاه وسرعة الرياح في محطات الارصاد الجوية المصرية

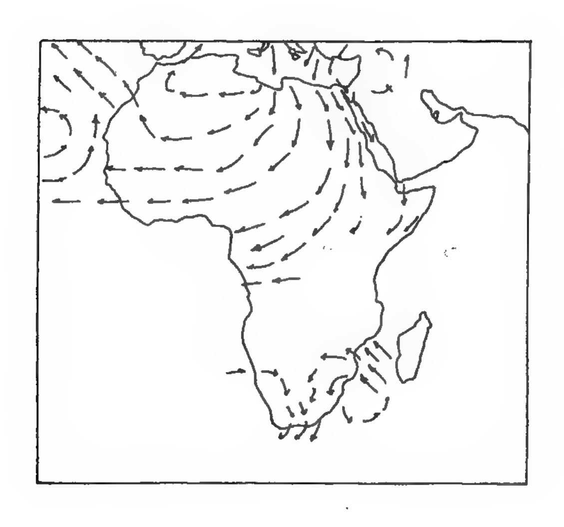
يوم ١٧ / ١١ / ٢٠٠٠

name	IIiii	dd	ff
مرسى مطروح	62306	26	20
الضبعة	62309	26	16
اسكندرية	62318	25	15
دمياط	32333	24	14
العريش	62337	23	15
القاهرة	62366	25	10
الجيزة	62378	25	10
المنيا	62387	27	11
اسيوط	62393	28	09
الاقصر	62405	19	10
اسوان	62414	19	09
البحرية	62420	28	09
الفرافرة	62423	29	10
الداخلة	62432	33	10
الخارجة	62435	32	10
الغردقة	62462	28	09
القصير	62465	35	08
الطور	62459	26	05
طابا	62199	25	09



شكل رقم (٦٢) خريطة اتجاه وسرعة الرياح في جمهورية مصر العربية

يوم ٢٧ / ١١ / ٢٠٠٠



شكل رقم (٦٣) خريطة اتجاه الرياح على قارة افريقيا يوم ٦ يناير ٢٠٠٢م

٢- بالنسبة لشمالى أفريقيا تهب الرياح الشمالية الغربية على مصر، والرياح الشمالية على ليبيا، والشرقية على تونس والجزائر، وجنوبية شرقية على المغرب.

٣- بالنسبة لوسط أفريقيا تكون الرياح شمالية على السودان، وشرقية على اقليم الساحل وهضبة افريقيا، وشمالية شرقية على أثيوبيا.

٤- بالنسبة لجنوبى افريقيا تدور الرياح حول مركز يقع على السواحل الجنوبية الشرقية عكس اتجاه عقرب الساعة وهو ما يدل على وجود منخفض جوى فوق هذا النطاق.

خرائط الطقس المتكاملة:

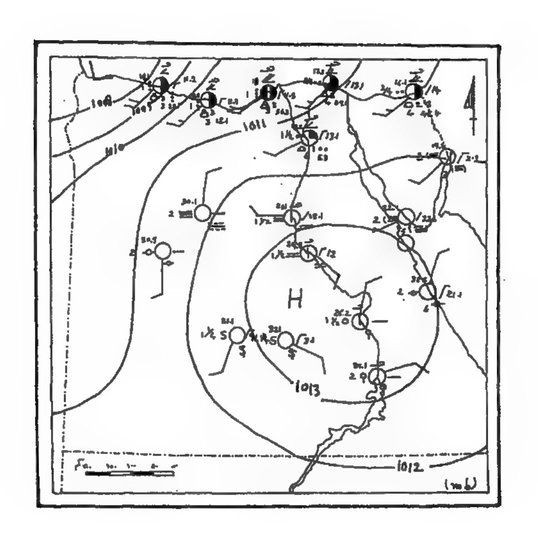
ويقصد بها الخرائط التى يوقع عليها جميع بيانات شفرة الطقس على هيئة خطوط الضغط المتساوى ونماذج الطقس الموزعة على محطات الرصد، ويتم إعداد نشرات الطقس المتكاملة اعتماداً على تلك الخرائط. ويتم تصميم خرائط الطقس المتكاملة عن طريق تجميع شفرات الطقس الصادرة عن مراكز الارصاد الجوية الموزعة على النطاق الأرضى المطلوب تمثيله، فعلى سبيل المثال عند تصميم خريطة الطقس المتكاملة فى مصر يلزم توافر شفرات الطقس الصادرة من محطات الارصاد الجوية الموزعة على الجمهورية ثم يتم توقيع خطوط الضغط المتساوى ونماذج الطقس فوق مواقع المحطات ثم يتم اعداد تقرير الطقس المتكامل من خلال تحليل الخريطة.

ويوضح الجدول التالى رقم (٢٨) بيانات شفرات الطقس الصادرة من محطات الارصاد الجوية المصرية فى احدى ايام شهر مارس وبناء عليه صممت خريطة الطقس الموضحة بالشكل رقم (٦٤) الذى يمكن من خلال تحليله أعداد التقرير التالى:

جدول رقم (٢٨) بيانات شفرات الطقس الصادرة من محطات الارصاد الجوية المصرية في احدي ايام شهر مارس(١)

IIiii	IRI_xhVV	Nddff	$I_{sn}TTT$	4PPPP	5aPPP	$6RRRt_R$	7wwWW	$8N_hC_LC_MC_H$
62306	13316	42620	10181	40075	52112	62210	76565	83311
62309	13316	52616	10182	40100	52113	62110	76566	83322
62318	11316	72515	10180	40103	52113	63630	76566	83322
32333	11412	62414	10173	40105	53131	63910	76263	83121
62337	11412	52315	10161	40133	53140	64550	76263	82121
62366	11624	22510	10192	40117	52131	60530	76162	81111
62387	31024	11611	10231	40135	53131	-	71111	80002
62393	31024	11409	10243	40139	52120	-	71112	80002
62405	31024	10210	10262	40125	55000	-	70102	80001
62414	31032	10909	10291	40120	55000	-	70202	80001
62420	32032	00109	10301	40114	55000	-	74142	-
62423	32032	10810	10305	40101	55000	-	70303	-
62432	32020	02210	10311	40109	52091	-	70708	-
62435	32020	01210	10321	40120	52031	-	70708	-
62462	32632	02809	10322	40130	53011	-	70303	-
62465	30632	03508	10281	40129	52211	-	70303	-
62459	32532	02605	10221	40125	53222	-	74141	-
62199	32332	02509	10192	40121	52213		74141	-

(١) حالة افتراضية.



شكل رقم (٦٤) خريطة الطقس التي تمثل بيانات الجدول رقم (٢٨)

١- يسود فوق جمهورية مصر العربية طقس مائل للبرودة على السواحل الشمالية معتدل على الدلتا والقاهرة وشبه جزيرة سيناء، مائل للدفء على مصر الوسطى، دافئ على مصر العليا والواحات.

٢- يؤثر على السواحل الشمالية الغربية منخفض جوى يقع مركزه فوق البحر المتوسط، ويعمل هذا المنخفض على سيادة حالة من عدم الاستقرار بتلك النطاقات، فى حين يؤثر على باقى انحاء الجمهورية مرتفع جوى يقع مركزه على الصحراء الشرقية وهو يوفر حالة من الاستقرار على كل من مصر الوسطى والعليا والواحات.

٣- تسود رياح معتدلة إلى قوية نشطة جنوبية غربية على شمالى الجمهورية وشبه جزيرة سيناء، فى حين تتحول إلى رياح معتدلة غربية إلى شمالية شرقية إلى جنوبية شرقية فى مصر الوسطى والعليا، وتكون جنوبية وجنوبية غربية على الواحات.

٤- تزداد كمية السحب على السواحل الشمالية فالسماء غائمة إلى غائمة جزئياً على السواحل الشمالية وتقل كمية السحب وتزداد فترات سطوع الشمس بالاتجاه جنوباً حتى تصبح السماء صافية تقريباً على مصر العليا واقليم البحر الاحمر. كما تظهر السحب المنخفضة والمتوسطة الارتفاع على شمالى البلاد، فى حين تكون مرتفعة فى مصر الوسطى والعليا.

٥- تقل الرؤية الافقية على السواحل الشمالية بخاصة الشمالية الشرقية بالإضافة إلى مصر الوسطى بسبب تكون الشابورة المائية والشوائب العالقة فتتراوح بين ١٢٠٠، ١٦٠٠ متراً، فى حين تزداد الرؤية الأفقية فتتراوح بين ٢٠٠٠، ٣٢٠٠ متراً على باقى انحاء البلاد.

٦- تسقط الامطار تتدرج من معتدلة إلى غزيرة على السواحل الشمالية للجمهورية، وينعدم سقوط الامطار بالاتجاه جنوباً بعيداً عن القاهرة.

نشرات الطقس:

تصدر هيئات ومراكز الارصاد الجوية نشرات طقس متنوعة، وتعد خريطة توزيعات الضغط الجوى والرياح من أهم خرائط الطقس التى يعتمد عليها فى اعداد النشرة حيث يمكن عن طريق تحليلها التعرف على حالة الاستقرار وعدم الاستقرار وبخاصة خلال فترات مرور الانخفاضات الجوية الممطرة وما يصاحب هبوبها من رياح حارة فى مقدمتها أو باردة فى مؤخرتها.

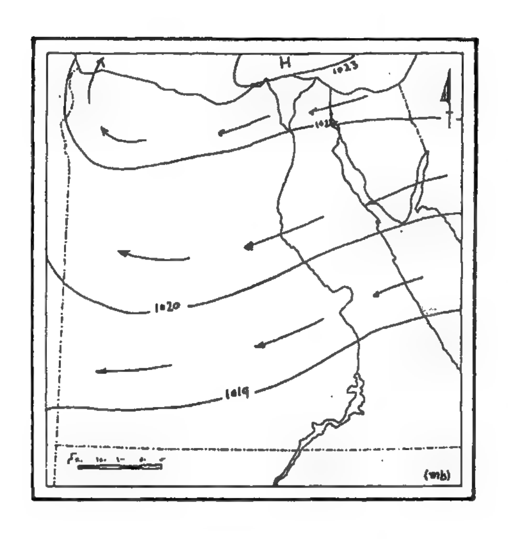
ويوضح الجدول رقم (٢٩)والشكل رقم (٦٥) حالة الطقس فى مصر يوم ١٦/٢/٢٠٠٢م وخريطة الطقس السطحية الصادرة من المركز الرئيسى للأرصاد الجوية بالقاهرة، ويمكن منهما كتابة النشرة الجوية التالية.

جدول رقم (٢٩) حالة الطقس يوم ١٦/٢/٢٠٠٢م في مصر[١]

التاريخ	المنطقة	درجة الحرارة		الرياح بالعقدة		الضغط الجوى
		عظمى	صغرى	سرعة	اتجاه	
١٦/٢/٢٠٠٢	الساحل الشمالى	٢٠	٩	٥ – ١٥	ش ق إلى ق	١٠٢٣
	الوجه البحرى والقاهرة	٢١	٩	٤ – ١٤	ش ق	١٠٢٢
	الجنوب	٢٥	٦	٤ – ١٤	ش ق	١٠١٩

«يؤثر علي الجمهورية مرتفع جوي يتحرك ببطء جهة الشرق وتسود حالة من استقرار الطقس الذي يميل للدفء شمالاً ودافئ جنوباً نهاراً، بارد الي شديد البرودة ليلاً، وتتكون الشابورة المائية الكثيفة صباحاً علي الوجه البحري والقاهرة وتظهر بعض السحب المنخفضة والمتوسطة شمالاً».

(١) الهيئة العامة للارصاد الجوية – الادارة العامة للتحاليل – بيانات غير منشورة.



شكل رقم (٦٥) خريطة خطوط الضغط المتساوي والرياح (السطحية) لحالة الطقس

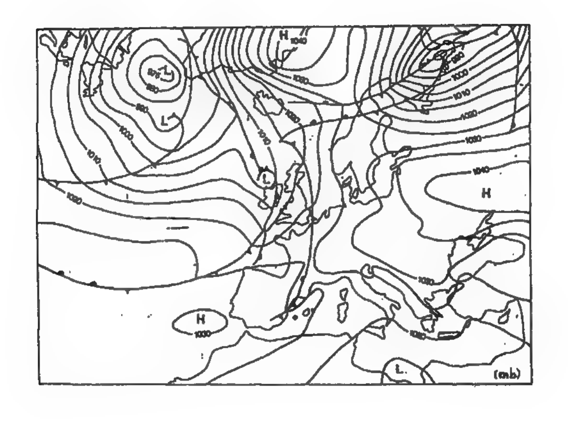
يوم ١٦ / ٢ / ٢٠٠٢م في جمهورية مصر العربية

ويوضح الشكل رقم (٦٦) خريطة خطوط الضغط المتساوى السطحية فوق قارة أوروبا يوم ٢٠ يناير ١٩٨٢، ويمكن من تتبعها كتابة النشرة الجوية التالية:

«يؤثر علي أوروبا مرتفع جوي يقع مركزه فوق وسط أوروبا ويتحرك ببطء جهة الشرق وتسود حالة من استقرار الطقس، في حين يتحرك نحو أوروبا منخفض جوي عميق يقع مركزه فوق المحيط الاطلسي الشمالي ويسبب حالة من عدم الاستقرار الشديدة تتميز بالبرودة الشديد وتساقط الثلوج وعواصف البرق والرعد والرياح العاصفة الشديدة ويكون التغير في الطقس كبيراً وعنيفاً، ويؤثر في غربي أوروبا منخفض جوي آخر - أقل عمقاً من نظيره فوق الاطلس الشمالي - يقع مركزه شمالي جزيرة ايرلندة وهو يتحرك شرقاً نحو أوروبا وسوف يسبب حالة من عدم الاستقرار عليها تتميز بالبرودة وتساقط الامطار الغزيرة مصحوبة بعواصف البرق والرعد ويستمر تكاثف السحب وسقوط الامطار علي غربي أوروبا مدة طويلة».

ويستدل من الشكل رقم (٦٦) على الاختلاف فى العمق والسرعة والشدة بين كل من المنخفض الجوى شمالى الاطلس ونظيره فوق شمالى ايرلندة من خلال ملاحظة المسافات بين خطوط الضغط المتساوى فكلما كانت أقرب كلما كانت الرياح تدور حول المنخفض الجوى بسرعة كبيرة، وكلما كان المدى كبيراً بين قيم الضغط الجوى عند الاطراف الخارجية للمنخفض وقيمة الضغط الجوى عند مركز المنخفض دل ذلك على زيادة عمق المنخفض وزيادة دوران سرعة الرياح حوله وبالتالى يكون التغير فى الطقس كبيراً وسريعاً وعنيفاً.

ويستدل أيضاً من مرور الجبهة الباردة بعدم استقرار الطقس وتميزه بالبرودة الشديدة وظهور سحب المزن الركامى وسقوط الأمطار الغزيرة فى حالة ما إذا كانت الرياح تتحرك من جنوبى أوروبا نحو شمالها، أو سقوط الثلوج فى حالة ما إذا كانت الرياح تتحرك من شمالى أوروبا نحو الوسط أو الجنوب، ويستدل من



شكل رقم (٦٦) خريطة الضغط الجوي والرياح والجبهات الهوائية فوق قارة اوروبا

يوم ٢٠ / ١ / ١٩٨٢

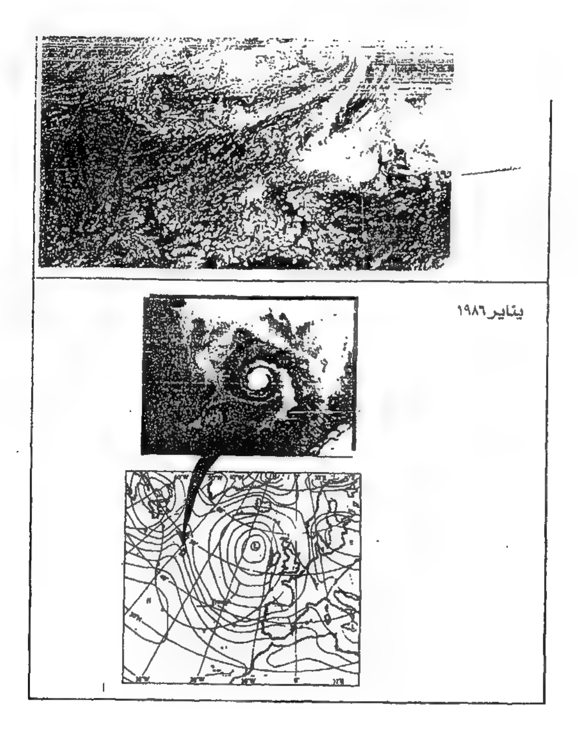
مرور الجبهة الدافئة باستقرار الطقس وظهور سحب السمحاق والسحب الطبقية متوسطة الارتفاع وتسقط امطار خفيفة أحياناً.

ويمكن كتابة نشرة الطقس اعتماداً على صور الاقمار الاصطناعية، فعلى سبيل المثال يوضح الشكل رقم (٦٧) إحدى صور الاقمار الاصطناعية التى إلتقطت يوم ١٠ سبتمبر عام ١٩٧٦، وصورة اخرى التقطت فى إحدى أيام شهر يناير ١٩٨٦، وكلتا الصورتان توضحان مرور الاعصار (المنخفض الجوى) الأولى فوق غربى الولايات المتحدة الامريكية والثانية فوق غربى أوروبا، ويمكن انشاء خريطة الضغط المتساوى من صورة الاقمار الاصطناعية عند تحليل المدى الطيفى للأشعة المنعكسة المسجلة بالصورة، وتحديد انواع نطاقات الضغط الجوى وتحركها كما هو موضح بالشكل.

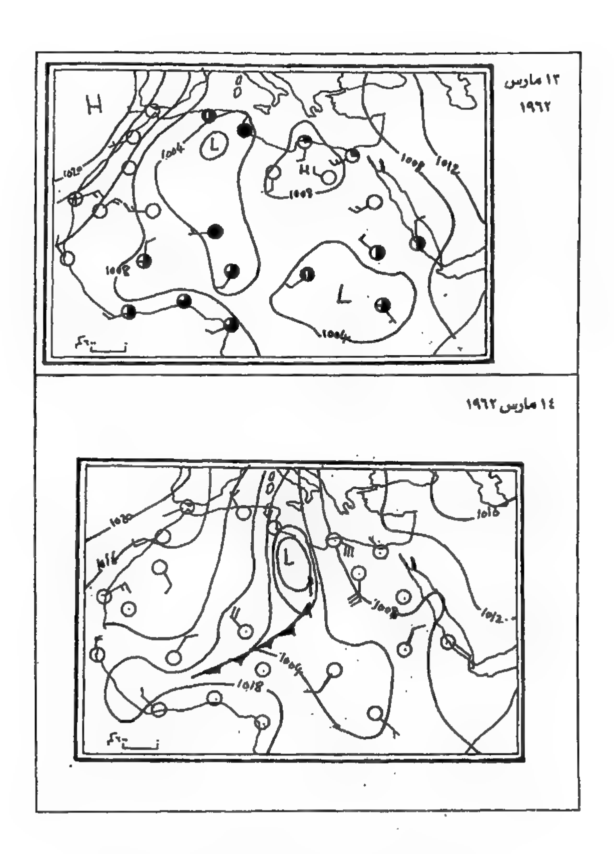
ويظهر من تتبع الشكل رقم (٦٧) تتابع مرور المنخفضات والمرتفعات الجوية فوق غرب أوروبا، حيث يؤثر منخفض جوى قوى يقع مركزه شمال غرب ايرلندة وتتقدم جبهته الباردة نحو غربى أوروبا مسببة حالة من عدم الاستقرار العنيف فيتبدل الطقس من حالة الاستقرار التى فرضها المرتفع الجوى الذى يتحرك جهة الشرق ويسبق هذا المنخفض الجوى فى الحركة. وهنا تكمن أهمية النشرة الجوية فى التحذير من التغير المستقبلى فى الطقس خلال الساعات أو الايام التالية بالنسبة للنطاقات التى يتحرك نحوها الاعصار لكى يتخذ السكان والمزارعون والملاحون وغيرهم الاحتياطات اللازمة لمواجهة شدة الرياح العاصفة وعواصف البرق والرعد وتساقط الامطار أو الثلوج الغزيرة.

وعلى سبيل المثال أيضاً يوضح الشكل رقم (٦٨) حالة الطقس فوق شمالى افريقيا يومى ١٣، ١٤ مارس ١٩٦٢، ويمكن من تتبعهما ملاحظة ما يلى:

١- يكون طقس يوم ١٣ مارس معتدل على السواحل الشمالية حار فى النطاقات الداخلية والشرقية.



شكل رقم (٦٧) إنتاج خرائط خطوط الضغط المتساوي من المرئيات الفضائية



شكل رقم (٦٨) خريطتي الطقس السطحية فوق شمالي افريقيا

٢- يؤثر على شمالى افريقيا مرتفع جوى يقع مركزه فوق الصحراء الليبية وهو يتحرك نحو الشرق مسبباً حالة من استقرار الطقس على الأراضى الليبية والمصرية والسودانية، ويتبعه منخفض جوى صغير يؤثر على اقليم تونس، الجزائر والمغرب مسبباً حالة من عدم الاستقرار ويجلب معه رياح حارة مترية تعرف بالسيروكو. وكذلك تنشط الرياح المترية على الساحل الموريتانى.

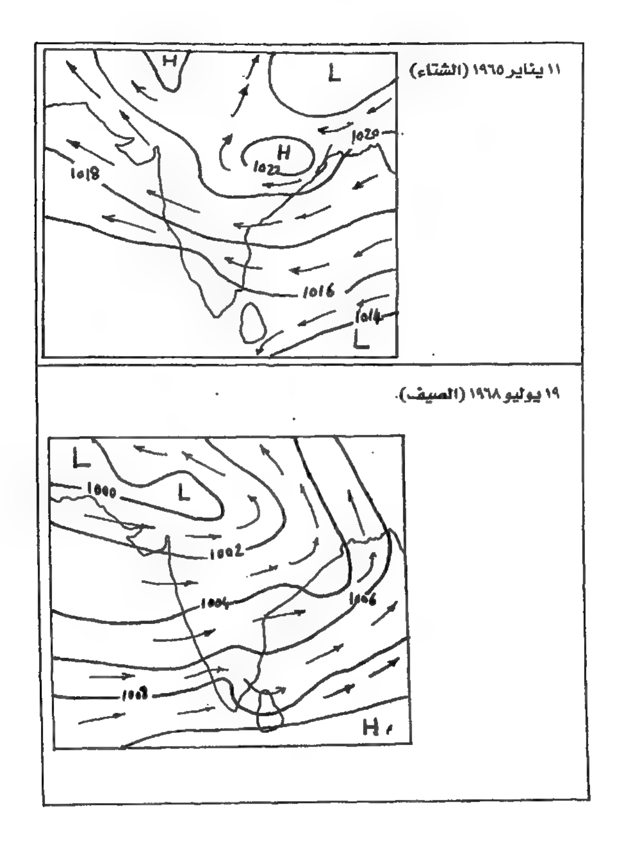
٣- السماء صافية على السواحل الغربية، غائمة كلياً على السواحل الشمالية الغربية، وغائمة جزئياً على باقى الانحاء.

٤- الرياح معتدلة وهى شمالية شرقية على السواحل الغربية وسواحل البحر الاحمر، وخفيفة جنوبية غربية على الأراضى المصرية، وساحل خليج غانا، وإقليم الصحراء، وجنوبية على الصحراء الليبية.

٥- تتساقط امطار خفيفة على الجزائر والمغرب.

٦- يتغير طقس يوم ١٤ مارس بسرعة فيتقدم المنخفض الجوى نحو الشرق ويقع مركزه فوق السواحل الليبية ويصبح شديداً وعنيفاً وتشتد سرعة الرياح وتزداد قدرتها على حمل الرمال والاتربة مسببة عواصف رملية على الأراضى الليبية تسمى القبلى. وتتشكل جبهة باردة تتحرك فوق النطاق الصحراوى مسببة انخفاض درجة الحرارة، تتغير اتجاهات الرياح عما كانت عليه بالأمس فتصبح غربية وشمالى غربية على السواحل الشمالية الغربية وتتوزع من شمالية شرقية وشرقية وجنوبية على الصحراء الليبية.

وعلى صعيد آخر يوضح الشكل رقم (٦٩) خريطتى الطقس السطحية على شبه القارة الهندية الأولى فى يوم ١١ يناير عام ١٩٦٥م والثانية يوم ٢٩ يوليو ١٩٦٨ وهى حالة تعبر عن طقس الرياح الموسمية فى هذا النطاق ويمكن من تتبعهما ملاحظة ما يلى:



شكل رقم (٦٩) خريطتي الطقس السطحية فوق شبه القارة الهندية

١- يؤثر على المحيط الهندى يوم ١١ يناير (شتاء) نطاق من الضغط المنخفض، ويؤثر على شمالى الهند نطاق من الضغط المنخفض، فى حين يؤثر على الهند ذاتها نطاق من الضغط المرتفع يندفع منه الرياح نحو نطاقى الضغط المنخفض.

٢- تتجه الرياح من داخل اليابس الهندى نحو المحيط الهندى فى اتجاه شمالى شرقى وتكون جافة لكنها تتحمل ببخار الماء عندعبورها خليج البنغال وينشط تكون السحب فتصبح السماء غائمة كلياً وجزئياً على السواحل الشرقية للهند، فى حين تظل باقى جهات الهند ذات سماء صافية.

٣- تتساقط الامطار على السواحل الشرقية الهندية وجزيرة سيلان فى حين تبقى باقى الانحاء جافة.

٤- يؤثر على شبه القارة الهندية فى ١٩ يوليو (صيفا) نطاق من الضغط المنخفض يجلب اليه الرياح من المحيط الهندى الذى يؤثر عليه نطاق من الضغط المرتفع يندفع منه الرياح نحو اليابس الهندى.

٥- تتجه الرياح من المحيط الهندى فى اتجاه جنوبى غربى نحو اليابس وتكون رطبة محملة بالسحب وتظهر السماء غائمة كلياً فى جميع انحاء شبه القارة الهندية وتتساقط الامطار الغزيرة على جميع انحاء شبه القارة وجزيرة سيلان، ويدل ذلك على أن الامطار تسقط طول العام على جزيرة سيلان والسواحل الشرقية، فى حين تكون الامطار صيفية فقط فى باقى نطاقات شبه القارة.

الفصل الثامن

التوقـع بالطقـس

- مقدمة.
- أعداد النشرة الجوية.
- أساليب التوقع الجوي.
- أنواع النشرات الجوية.
- حالة الطقس المتوقعة أثناء مرور الأعاصير.

مقدمة..

تُعد النشرات الجوية ذات أهمية كبيرة، فهى تحمى الإنسان من الاخطار المناخية وتجعله يحمى أنشطته الاقتصادية من التلف والخسارة، فمعرفة ما هو متوقع أن يكون عليه الطقس فى المستقبل القريب أو البعيد يهم عدد كبير من البشر والأنشطة البشرية، فسوف يبدل الناس ملابسهم ويرتدون معاطفهم ويحملون مظلات المطر اذا علموا أن سيكون بارداً وممطراً، ويستعدون لمواجهة عواصف الشتاء، أو يرتدون الملابس الخفيفة فى الطقس الحار، ويبدل بائعى السلع سلعهم ويعرضون منها ما يتلائم مع الطقس المتوقع، فسلع مثل الأيس كريم والمرطبات ولباس البحر ستنخفض مبيعاتها فى الطقس البارد وتزدهر فى الطقس الحار، والمارة والسائقون سيتوخون الحذر والحيطة فى الطقس الممطر ويستعدون لازدحام المرور وتكدس الطرق ويتقبلون التأخر فى المواعيد، أو يستعدون لأعطال سياراتهم الناتج بفعل إرتفاع حرارة محركاتها فى الطقس الحار، وستستعد فرق الانقاذ من المطافىء والإسعاف والانقاذ النهرى والبحرى والمهام الخاصة وغيرها لمواجهة أخطار الحوادث على الطرق فى الطقس البارد أو الممطر أو العاصف وعندما ينخفض مدى الرؤية، وأخطار الحرائق فى الطقس الحار وبخاصة حرائق الغابات. ولهذا فإن التنبؤ الصحيح يؤدى إلى احترام الناس لمصدر النشرة وإذا حدث العكس يفقد الناس ثقتهم بالنشرة الجوية وينصرفون عنها وتصبح احدى مصادر دعاباتهم.

وتهدف النشرة الجوية إلى عرض المتوقع أن يكون عليه الطقس بعد أن يتغير الطقس الحالى، ولكى تعد النشرة يلزم الحصول على معلومات دقيقة عن طقس الاقليم أو العالم من محطات ومراكز الرصد الجوى المنتشرة فى العالم، ثم تقوم مراكز تحليل الطقس والتنبؤ الجوى برسم نماذج الطقس، رسم الخرائط، وتقوم مكاتب نشرات الطقس بتجهيز النشرة الجوية وإعلانها على العامة والمستخدمين عن طريق الراديو والتلفزيون أو يقرأونها فى الصحف والمجلات بهدف النصح والتحذير من اخطار الطقس.

اعداد النشرة الجوية:

يتم إعداد النشرة الجوية بطرق متعددة، وفى الوقت الحاضر يستخدم الحاسب الآلى فى اعداد النشرة الجوية والتنبؤ بالطقس التالى، فيسهل تخزين المعلومات ورسم الخرائط ونماذج الطقس بسرعة، ثم يعرض النتائج والتوقعات المحتملة فى الساعات أوالأيام التالية وتسمى هذه الطريقة بالتوقع الرقمى للطقس Numerical Weather Prediction.

ولقد وضع علماء الأرصاد الجوية مجموعة من النماذج الرياضية Mathematical Models يتكون كل منها من مجموعة صيغ رياضية تحسب مقدار التغير المتوقع فى كل من درجة الحرارة، الضغط الجوى، الرياح، الرطوبة النسبية بمرور الوقت، ويتم اعداد برامج آلية Software يخزن عليها تلك النماذج وتتعامل مع بيانات الطقس المرصودة ومعظم تلك البرامج وتقوم على أساس حساب ما سوف يكون عليه قيم عناصر الطقس خلال الخمس دقائق التالية، ثم تستخدم النتائج مرة أخرى وتعتبرها بيانات أولية يتم التنبؤ على أساسها للخمس دقائق الأخرى التالية، ويتم تكرار هذه العملية لفترة زمنية تتراوح عادة بين ١٢ ساعة، ٢٤ ساعة، ٣٦ ساعة، أو ٤٨ ساعة ولعدد ٥٠ مستوى من مستويات الغلاف الجوى. ثم ترسم خريطة الطقس المتوقعة أو خريطة التوقع النهائى Prognostic chart (Prog) ويتم إصدار النشرة الجوية إعتماداً عليها.

ويوفر التوقع الآلى السرعة والدقة بالمقارنة بالتنبؤ اليدوى، فعلى سبيل المثال فى حالة إعداد نشرة جوية لمدة ٢٤ ساعة قادمة للنصف الشمالى للكرة الأرضى، سوف يكون من اللازم تطبيق عدة مئات الملايين من الحسابات الرياضية التى سوف يستغرق حسابها سنوات لانتاج خريطة واحدة، ويقوم الحاسب الآلى فى اعدادها فى بضعة دقائق.

وتتعدد النماذج المستخدمة فى التوقع بحالة الطقس القادم، وينحصر وجه

للتنبؤ (تكون فى معظمها خمس دقائق)، أو على عدد مستويات الغلاف الجوى المستخدم بياناتها فى التوقع، وبلا شك كلما كانت الوحدة الزمنية الصغرى أقل، وعدد مستويات الغلاف الجوى المرصودة أكثر كلما كان التوقع أدق.

ويوجد لكل برنامج من برامج التنبؤ بالطقس دليل مصاحب له يعتمد عليه مُعد النشرة عند كتابة النشرة الجوية، ويستخدم بعض القواعد التى تساعده على كتابة النشرة، ويوضح الجدول التالى رقم (٣٠) بعض من تلك القواعد.

جدول رقم (٣٠) بعض القواعد المستخدمة في تفسير خريطة التوقع النهائي

التوقع المحتمل	البيانات علي خريطة التوقع النهائي
الطقس غائم	المناطق التى يمر بها خط تساوى ٧٠ ٪ رطوبة نسبية على خريطة التنبؤ النهائى عند مستوى ٧٠٠ ملليبار سوف يتكون فوقها السحب.
الطقس ممطر	المناطق التى يمر بها خط تساوى ٩٠ ٪ رطوبة نسبية على خريطة مستوى ٧٠٠ ملليبار ستكون مهيئة لسقوط الأمطار.
التساقط على شكل مطر أم ثلج؟	فى خريطة مستوى ٨٥٠ ملليبار المناطق التى تقع شمال خط الحرارة المتساوية – ٥°م ستسقط عليها الثلوج، والمناطق التى تقع جنوبه سيسقط عليها المطر.
انخفاض شديد فى الضغط الجوى	فى خريطة مستوى ٥٠٠ ملليبار، المناطق التى تقع إلى شرق المنخفض الجوى (الاعصار) فى شمال الكرة الأرضية سينخفض فيها الضغط الجوى بشدة

يعد التوقع بالطقس مجرد افتراض علمى لما سوف يكون عليه الطقس بعد حالته الحالية التى هى مرحلة تالية لما كان عليه من قبل، ولكل ظاهر جوية سلوك حيوى يرتبط بالعمليات الفيزيائية والكيميائية والديناميكية المؤثرة فيها ومعرفة هذا السلوك يجعلنا نتوقع المرحلة التالية لها، ويتم تصميم نماذج التوقع بالطقس من خلال نظم معلوماتية تشمل جميع عناصر الجو والصيغ والمعادلات الحسابية التى تعبر عن العمليات الفيزيائية والكيميائية والديناميكية المؤثرة فيها، ويصبح التوقع بما سوف يكون عليه الطقس القادم معتمداً على قيم عناصر الجو المسجلة فى الماضى والوقت الحالى ونتائج الصيغ والمعادلات الحسابية التى تتناول هذه الارصاد وتبدى على أساسها ماهو متوقع أن تكون عليه الظاهرة بمرور الوقت.

ويكون التوقع بالطقس أكثر دقة كلما كانت المدة الزمنية لهذا التوقع قصيرة والبيانات التى تم رصدها من قبل كثيرة ودقيقة، وتتعدد الأسباب التى تؤدى إلى أنخفاض دقة التوقع ويأتى فى مقدمتها ما يلى:

١- استخدام نماذج محلية فى التوقع بالطقس لمساحات اقليمية أكبر أو عالمية فتكون دقة التوقع أعلى فى النطاقات المحلية التى صممت على أساسها، وتكون الدقة أقل كلما بعدنا عن تلك المناطق.

٢- عدم دقة البيانات الجوية المرصودة وبخاصة بيانات القطاعات الرأسية لعناصر الجو.

٣- لا يشتمل العديد من النماذج المستخدمة فى التوقع على المتغيرات المكانية المؤثرة فى الطقس السطحى مثل المسطحات المائية، الغطاء الثلجى، قوة احتكاك الرياح، التضاريس، وغيرها.

أساليب التوقع الجوي:

يقوم المتوقعون بالطقس بفحص خرائط ونماذج الطقس السطحية والعلوية

وخرائط التنبؤ النهائى الآلية ومحاولة عمل نشرة جوية للطقس القادم ويستخدمون أساليب متعددة فى اعداد النشرة نستعرضها فيمايلى:

١- أسلوب الطقس المستمر Persistence Forecast وهو أسلوب بسيط يصلح للتوقع بالطقس القادم خلال عدة ساعات قادمة، ويقوم على أساس افتراض استمرار حالة الطقس الحالى لبعض الوقت، وهذا الأسلوب تقل دقته مع زيادة الفترة الزمنية.

٢- أسلوب التغير الثابت Steady Trend Method وهو يقوم على أساس افتراض أن نظام الطقس سوف يستمر فى الاتجاه نفسه وبالسرعة نفسها، فعلى سبيل المثال إذا كانت الجبهة الهوائية الباردة تتحرك نحو الشرق بسرعة ٣٠كم/ ساعة فيعنى ذلك أنها سوف تصل بعد ثلاث ساعات إلى موقع يبعد عنها شرقاً بنحو ٩٠ كيلو متراً.

٣- أسلوب التماثل Analogue Method وهو يقوم على أساس افتراض سيادة الأحوال الجوية التى حدثت من قبل على المنطقة أو فى منطقة أخرى حين مرت بالأحداث الجوية الحالية.

٤- الأسلوب الاحصائى Statistical Forecast وهو يقوم على أساس حساب النسبة المئوية لحدوث الظاهرة فى اليوم ذاته فى فترة من الماضى، فعلى سبيل المثال إذا كانت ٦٠٪ من عدد أيام اليوم نفسه فى فترة من الماضى سقطت فيها الأمطار فيعنى ذلك أن الفرصة مهيئة لسقوط الأمطار بنسبة ٦٠٪.

٥- الأسلوب الاحتمالى Probability Forecast وهو يقوم على أساس حساب احتمال حدوث الظاهرة خلال ثلاثين عاماً ماضية فى المكان نفسه، وتوقع تكرارها بقيمة الاحتمال المحسوب.

٦- أسلوب أنماط الطقس Weather Types وهو يقوم على أساس الرجوع للقواعد

التى تفسر حدوث ظواهر الطقس فى كل نمط أو اقليم مناخى (استوائى – مدارى – معتدل – بارد – قطبى...)

٧-الاسلوب المناخى Climatological Forecast وهو يقوم على أساس حساب متوسطات الطقس فى أى أقليم.

أنواع النشرات الجوية:

تصنف النشرات الجوية تبعاً لطول الفترة الزمنية التى تمثلها والطريقة المتبعة فى اعدادها على النحو التالى:

١- نشرة الفترة القصيرة جداً Very - Short range forecast وتسمى Nowcast وهى تتوقع الطقس القادم للساعات التالية (أقل من ٦ ساعات) ويعتمد فى إعدادها على خرائط الطقس السطحية ومرئيات الأقمار الاصطناعية، والرادار.

٢- نشرة الفترة القصيرة Short - range forecast وهى تتوقع الطقس القادم لفترة ٢,٥ يوم أو ٦٠ ساعة، ويعتمد فى اعدادها على خرائط الطقس السطحية ومرئيات الأقمار الاصطناعية، ونماذج الحاسب الآلى.

٣- نشرة الفترة المتوسطة Medium-range forecast وهى تتوقع الطقس القادم لفترة تتراوح بين ٣، ٨,٥ يوم (٢٠٠ ساعة)، ويعتمد فى اعدادها على نماذج الحاسب الآلى.

٤- نشرة الفترة الطويلة Long-range forecast وهى تتوقع الطقس القادم لفترة ١٦ يوماً، وتعتمد فى أعدادها على خرائط التنبؤ النهائى (Progs) وهى نشرات غير دقيقة عند توقع درجة الحرارة والمطر.

وتعد النشرة الجوية قصيرة الفترة أكثر النشرات تداولاً ودقة، وتستخدم بعض القواعد فى إعدادها يوضحها الجدول التالى رقم (٣١).

جدول رقم (٣١) بعض قواعد التوقع عند اعداد النشرة الجوية قصيرة الفترة

المشاهد علي مصادر البيانات	الدلالـــة	النشرة الجوية المتوقعة خلال ساعات
• اتجاه الرياح السطحية من ج أو ج غ، تنمو السحب من الغرب ، الطقس حار ورطب، وينخفض الضغط الجوى.	يحتمل مرور جبهة باردة وعواصف برق ورعد تقترب من الغرب.	الفرصة مهيئة لسقوط الأمطار، والتحول إلى البرودة والرياح الشديدة.
• اتجاه الرياح السطحية من ق أو ج ق، الطقس بارد، ظهور سحب عالية سميكة تصنع هالة حول الشمس أو القمر، وينخفض الضغط.	يحتمل اقتراب الجبهة الدافئة.	الفرصة مهيئة لسقوط الأمطار، خلال مدة تتراوح بين ١٢، ٢٤ ساعة، الرياح شديدة.
• رياح سطحية قوية اتجاهها ش غ أو غ، ظهور سحب ركامية، يرتفع الضغط الجوى.	يحتمل مرور منخفض جوى يتحرك نحو الشرق.	سماء صافية، ليالى باردة فى الشتاء، وانخفاض الرطوبة فى الصيف.
• ليالي الشتاء:		
أ- سماء صافية، سكون الهواء، انخفاض الرطوبة، انخفاض نقطة الندى.	نفاذ الاشعاع الأرضى.	ليلة باردة جداً
ب- سماء صافية، سكون الهواء، انخفاض الرطوبة، الأرض مغطاه بالثلوج.	نفاذ الاشعاع الأرضى.	ليلة باردة جداً (بصورة أقل من الحالة) (أ)
جـ- سماء مغطاه بالسحب، سكون الرياح، انخفاض من الرطوبة.	احتباس حرارى بواسطة السحب	درجة الحرارة الصغرى أعلى من الحالتين أ، ب
• ليالي الصيف:		
أ- سماء صافية، طقس حار ورطب.	احتباس حرارى بواسطة بخار الماء	الحرارة الصغرى مرتفعة
ب- سماء صافي طقس جاف.	نفاذ الاشعاع الأرضى	انخفاض درجة الحرارة الصغرى
جـ- نمو السحب الركامية صباحاً.	عدم الاستقرار	سقوط رخات، عواصف وبرق ورعد
د- نمو السحب الركامية فى الظهر.		غائم - لاتسقط أمطار

ويوضح الجدول التالى رقم (٣٢) بعض حالات الطقس المتوقعة عند إعداد النشرة الجوية قصيرة الفترة من خلال التعرف على خصائص الضغط الجوى وإتجاه الرياح وحالة السماء.

جدول رقم (٣٢) حالات الطقس المتوقعة خلال ٤٢ ساعة تنبؤ جوي

الضغط الجوي عند سطح البحر ملليبار	التغير في الطقس	اتجاه الرياح السطحية	حالة السماء	كود حالة الطقس المتوقعة
١٠٢٣ أو أعلى	ارتفاع ثابت ، انخفاض	في أى اتجاه	صافية / سحب مرتفعة	١٨،١ ، (١٤ في الشتاء)
١٠٢٢-١٠١٦	ارتفاع أو ثابت	ج غ، غ ، ش غ، ش	صافية – سحب عالية	١٨،١
	هبوط أو ثابت	ج غ، ج، ج ق	صافية – سحب عالية	١،٣،١٧،٥
	هبوط	ج غ، ج ، ج ق	سحب متوسطة ومنخفضة	١٧،٦
	هبوط	ق، ش ق	سحب متوسطة ومنخفضة	١٦،٤
	هبوط أو ثابت	ق ، ش ق	صافية – سحب عالية	١٤،٥،٣
١٠١٥-١٠٠٩	ارتفاع	ج غ، غ، ش غ، ش	صافى	١٤،١
				١٦،٢
			ممطرة	١٦،١٢،١١
١٠١٥-١٠٠٩	هبوط	ى أتجاه	صافية	١٧،٣،(١٥،١ صيفا)
	هبوط – ثابت	ج غ، ج، ج ق	سحب مرتفعة	٥،١٧،٣
	هبوط	ج غ، ج، ج ق	سحب منخفضة أو متوسطة	٧
	هبوط	ق ، ش ق	سحب منخفضة أو متوسطة	١٤،١٢،٧
	هبوط	ج ق، ق ، ش ق	تساقط	٩
	هبوط	ج، ج غ	تساقط	١٣،١٠
١٠٠٨ أو أقل	ارتفاع	ج غ، غ، ش غ، ش	صافية	١٢،١
	ارتفاع	ج غ، غ، ش غ، ش	معتمة	١٦،١٢،٢
	ارتفاع	ج غ، غ، ش غ، ش	معتمة وتساقط	١٦،١٢،١١
	ارتفاع	ش ق	معتمة	١٤،١٣،١٢،٤
	ارتفاع	ش ق	معتمة وتساقط	١٤،١٣،١٢،١١
	ارتفاع أو ثابت	ج غ، ج، ج ق	صافية	١٥،١٢،٨،٦،٣
	هبوط	ج غ، ج، ج ق	معتمة	١٣،١٢،٨،٧
	هبوط	ج غ، ج، ج ق	معتمة وتساقط	١٦،١٣،١٢،١٠،٨
	هبوط	ش	معتمة	١٤،٤
	هبوط أو ثابت	ق، ش ق	معتمة	١٤،١٢،٧
	هبوط	ق، ش ق	معتمة وتساقط	١٣،١٢،٩،٨

تفسير كود حالة الطقس المتوقعة بالجدول رقم (٣٢):

١- سماء صافية ومتقطعة بالسحب.

٢- سماء صافية.

٣- زيادة السحب.

٤- تستمر فى الامتلاء.

٥- احتمالية سقوط المطر خلال ٢٤ ساعة.

٦- احتمالية سقوط المطر خلال ١٢ ساعة.

٧- احتمالية سقوط المطر خلال ٨ ساعات.

٨- احتمالية سقوط أمطار غزيرة لفترة طويلة.

٩- استمرار سقوط المطر.

١٠- تنتهى فترة سقوط المطر بعد ١٢ ساعة.

١١- تنتهى فترة سقوط المطر بعد ٦ ساعات.

١٢- طقس عاصف.

١٣- احتمال تحول الرياح إلى غ، ش غ، ش.

١٤- تستمر البرودة.

١٥- يستمر سقوط الأمطار وارتفاع الحرارة.

١٦- يتحول لطقس بارد.

١٧- ارتفاع بطيء فى درجة الحرارة.

١٨- تغير بسيط فى درجة الحرارة.

حالة الطقس المتوقعة أثناء مرور الاعاصير (المنخفضات الجوية):

يصاحب مرور الأعاصير والجبهات الهوائية المختلفة فى شمال الكرة الأرضية أحوال جوية معينة تتوافق مع مرور الجبهات الهوائية، ويتم تحديد الجبهات الهوائية على خرائط الطقس بمعلومية الأسس الآتية:

١- تفصل الجبهة بين التغير الحاد فى درجة الحرارة فوق مسافات قصيرة نسبياً.

٢- تفصل الجبهة بين التغير الكبير فى رطوبة الهواء.

٣- تفصل الجبهة بين التغير فى اتجاه الرياح.

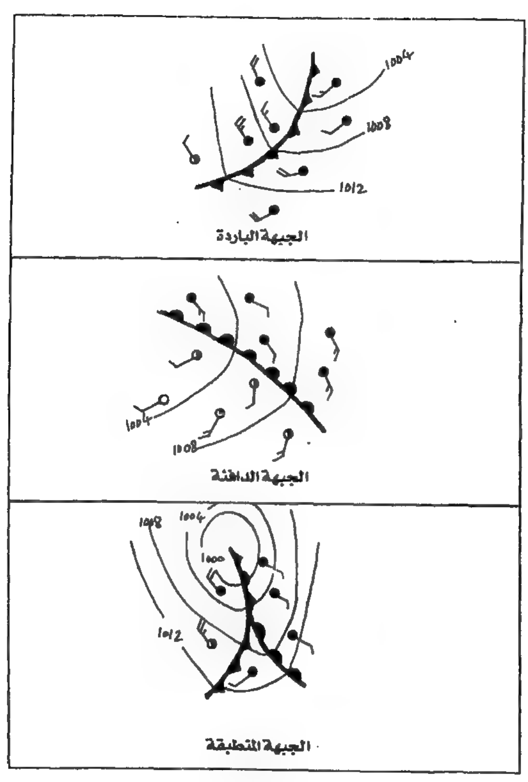
٤- تفصل الجبهة بين التغير فى الضغط الجوى.

٥- تفصل الجبهة بين أنماط السحب والتساقط.

ويوضح الشكل رقم (٧٠) حالة الطقس أثناء مرور الجبهة الهوائية الباردة، ويتضح من تتبعه التباين الكبير فى كل من درجة الحرارة، ونقطة الندى على جانبى الجبهة، وتحول اتجاه الرياح من الجنوبى الغربى فى مقدمة الجبهة إلى الشمال الغربى فى خلف الجبهة. وتقطع الجبهة الباردة خطوط الضغط الجوى المتساوى عند نقطة التواء الخطوط.

ويلاحظ أن إتجاه الرياح يتفق مع خطوط الضغط المتساوى، فتكون جنوبية فى مقدمة الجبهة وشمالية فى مؤخرتها، وينخفض الضغط الجوى بالاتجاه نحو خط الجبهة فى حين يرتفع بالاتجاه بعيداً عنه، فيهبط الضغط الجوى قبل مرور الجبهة فى حين يرتفع الضغط الجوى فى خلفية الجبهة.

وتوضح الجداول التالية رقم (٣٣) رقم (٣٤)، رقم (٣٥) الظروف الجوية المتوقعة عند مرور الجبهات الهوائية بأنواعها الثلاثة.



شكل رقم (٧٠) حالة الطقس المتوقعة أثناء مرور الجبهات الهوائية

جدول رقم (٣٢) حالة الطقس المتوقعة عند مرور الجبهة الباردة

عنصر الطقس	قبل مرور الجبهة	أثناء مرور الجبهة	بعد مرور الجبهة
الرياح	ج إلى ج غ	عاصفة ورعدية ويتبدل اتجاهها	غ أو ش غ
درجة الحرارة	دافيء	تنخفض فجأة	تنخفض بمعدل ثابت
الضغط الجوى	يهبط بثبات	يعتدل ثم يرتفع بشدة	يرتفع بمعدل ثابت
السحب	Cs, Ci وبعدها CB	CB	SC, Cu
التساقط	فترة قصيرة من الرخات	امطار غزيرة أوثلوج وأحياناً برق ورعد وبرد	تنخفض غزارتها ثم تتوقف
مدى الرؤية	جيدة إلى ضعيفة فى الشابورة	ضعيفة ثم تتحسن	جيدة
نقطة الندى	مرتفعة – تميل للثبات	تنخفض بشدة	تنخفض

جدول رقم (٢٤) حالة الطقس المتوقعة عند مرور الجبهة الدافئة

عنصر الطقس	قبل مرور الجبهة	أثناء مرور الجبهة	بعد مرور الجبهة
الرياح	ج إلى ج ق	متغيرة	ج إلى ج غ
درجة الحرارة	باردة جداً إلى بارد إلى دافيء	ارتفاع بمعدل ثابت	دافيء ثم ثابت
الضغط الجوى	يهبط عادة	يثبت	يرتفع ببطء ثم ينخفض
السحب	Ci, Cs, As, Ns, St وضباب	سحب طبقية	صافية مع SC
التساقط	ضعيف، معتدل، ثلجى، رذاذ	رذاذ	لا يوجد
مدى الرؤية	منخفضة	تنخفض ثم تتحسن	جيدة
نقطة الندى	ترتفع بمعدل ثابت	ثابتة	ترتفع ثم تثبت

جدول رقم (٣٥) حالة الطقس المتوقعة عند مرور الجبهة الباردة

عنصر الطقس	قبل مرور الجبهة	أثناء مرور الجبهة	بعد مرور الجبهة
الرياح	ق إلى ج ق أو ج	متغير	غ أو ش غ
درجة الحرارة			
– المساحة الباردة	باردة وشديدة البرودة	تهبط	تزداد البرودة
– المساحة الدافئة	باردة	ترتفع	متوسطة
الضغط الجوى	يهبط عادة	مركز الانخفاض	يرتفع عادة
السحب	Ci, Cs, As, Ns	NS, Cb	Ns, As, Cu
التساقط	امطار خفيفة – متوسطة – غزيرة	امطار خفيفة – متوسطة – غزيرة	امطار خفيفة إلى متوسطة
مدى الرؤية	ضعيفة فى المطر	ضعيفة فى المطر	تتحسن
نقطة الندى	ثابتة	تنخفض ببطء	تنخفض ببطء

الفصل التاسع

خرائـط المنـاخ

- مقدمة.
- خرائط الرسوم البيانية.
- خرائط خطوط التساوي.
- خرائط الاقاليم المناخية.

مقدمة ..

يعد مناخ أى منطقة هو تجميع إحصائى لخصائص الطقس السائدة بها خلال فترة طويلة من الوقت قد تكون شهراً، أو فصلاً، أو سنة، أو سنوات متعددة أو فترة كافية من الزمن تزيد عن أسبوع. ويقوم باحث المناخ بدراسة وتحليل وتفسير النتائج المناخية التى يستخرجها من متوسطات أو معدلات الاحصاءات الجوية، وتمثيل المتوسطات والمعدلات الجوية بالمرسوم البيانية أو الرموز على الخرائط وانتاج خرائط المناخ كأحد خطوات تحليل وتفسير الأحوال المناخية لأى منطقة.

ويهتم علم المناخ بشكل أساسى بدراسة العناصر الجوية فى التروبوسفير بصفة عامة وفى الهواء المجاور لسطح الأرض بصفة خاصة بسبب مالها من علاقات مباشرة وغير مباشرة بكل المظاهر الطبيعية والحيوية والبشرية على سطح الأرض، وبمعنى آخر فإن دارس المناخ يهتم بتعريف القيمة الجغرافية للظاهرات الجوية وأثر الظروف الجغرافية المختلفة فيها، فالعلاقة متبادلة بين سطح الأرض بما عليه من ظاهرات مختلفة والظواهر الجوية المحيطة به.

ويتفق كل من خرائط الطقس والمناخ فى أن كل منهما يمثل حالة الظواهر الجوية بالغلاف الجوى، إلا أن خرائط المناخ تعتمد أساساً على قيم متوسطات العناصر الجوية فى حين تعتمد خرائط الطقس على القيم الحقيقية لتلك العناصر وقت الرصد، ومعنى ذلك أن الرسوم والرموز المستخدمة فى تصميم خرائط الطقس والمناخ متماثلة ولكن طبيعة البيانات التى يتم تمثيلها مختلفة.

ويتطلب تحليل خرائط المناخ معرفة العوامل المؤثرة فيه حيث تؤكد هذه العوامل الفروق المناخية وتبرز الاختلافات المناخية المحلية من منطقة إلى أخرى وكذلك التغيرات المناخية الفصلية داخل حدود نطاق الخريطة. وتتمثل هذه العوامل أساساً فى الموقع الجغرافى، أشكال سطح الأرض، البعد والقرب عن المسطحات المائية، مسارات الأعاصير (الانخفاضات الجوية)، توزيع الكتل الهوائية وغيرها من المتغيرات المكانية والجوية.

خرائط الرسوم البيانية:

تستخدم المنحنيات والأعمدة البيانية فى تمثيل البيانات المناخية لعديد من عناصر المناخ على الخرائط، ويراعى عند تصميم الرسوم البيانية على الخرائط مايلى:

١- أن تتناسب مساحة الرسم البيانى مع أبعاد خريطة الأساس ، فلايجوز أن تكون المساحة كبيرة لدرجة تغطى المعالم المكانية والخصائص الجغرافية للنطاق الذى توضحه الخريطة، ولا يجوز أن تكون صغيرة لدرجة يصعب معها قراءتها وملاحظة تباينها.

٢- أن تتناسب أبعاد محاور الرسم البيانى أيضا مع أبعاد الخريطة، الأساس لكى يظهر الرسم البيانى بشكل عام متناسق يسهل معه الادراك البصرى للمعلومات المستخلصة.

٣- أن يضم مفتاح الخريطة دليل للرسم البيانى يوضح تدرج كل من المحور الأفقى والمحور الرأسى وبيان مدلول هذا التدرج النوعى للمحور الأفقى والكمى للمحور الرأسى.

٤- أن يتم توقيع الرسم البيانى فوق مواقع محطات الارصاد الجوية – مصدر البيانات – وبحيث توقع (إن أمكن) نقطة الأصل للرسم فوق موضع المحطة وأن يتم تفادى تقاطع الرسوم البيانية بقدر الإمكان وذلك إما بالابتعاد قليلاً– فى أى اتجاه – عن موضع المحطة، أو بالابتعاد بعيداً عنه والربط بين الرسم البيانى وموضع المحطة بسهم للاستدلال على أن الرسم البيانى البعيد يخص المحطة المشار إليها.

٥- أن تتساوى مساحة الرسم البيانى الموقع فوق جميع المحطات، وبمعنى آخر أن تكون أبعاد محاور الرسم البيانى متشابهة فوق جميع المحطات فلا يجوز أن يرسم أحد الأشكال بنسبة أصغر أو أكبر من دليل الرسم البيانى المرسوم أو الموضح فى مفتاح الخريطة.

ونستعرض فيما يلى بعض الأمثلة التطبيقية لخرائط المناخ:

المثال الأول .. توزيع المتوسط الشهري لمدة سطوع الشمس:

يوضح الجدول التالى رقم (٣٦) توزيع المتوسط الشهرى لمدة سطوع الشمس فى نطاق دلتا النيل بشمالى مصر، ويمكن تمثيل بياناته بطريقة المنحنيات البسيطة كما هو موضح بالشكل رقم (٧١)؛ والذى يمكن من تتبعه ملاحظة الآتى:

١- يتباين طول مدة سطوع الشمس من شهر إلى آخر على مدار السنة تبعاً لاختلاف موضع تعامد الشمس على سطح الأرض خلال العام، وتبعاً لمدى تغطية السماء بالسحب التى تحجب أشعة الشمس، فيتراوح أقل متوسط شهرى لعدد ساعات سطوع الشمس بين ٦,٥ ساعة/ يوم فى الاسكندرية (يناير) وهو ما يعادل نحو ٦٣,١ ٪ من طول النهار، ٧,١ ساعة / يوم فى طنطا (يناير) وهو ما يعادل نحو ٦٨,٩ ٪ من طول النهار ويمدى مقداره ٣٦ دقيقة بينهما.

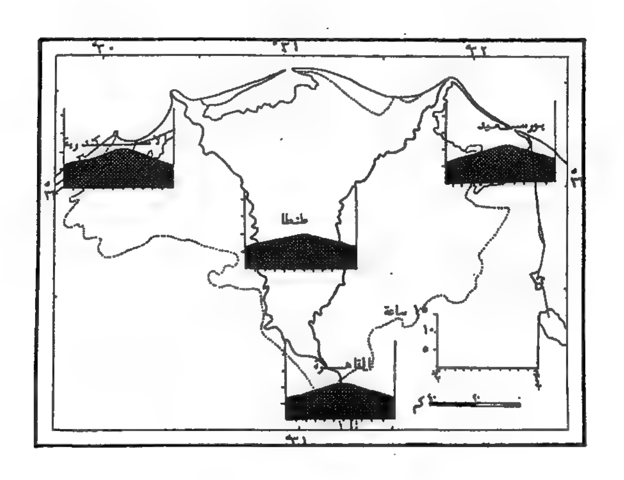
جدول رقم (٣٦) توزيع المتوسط الشهري لعدد ساعات سطوع الشمس علي بعض محطات الارصاد الجوية بشمالي مصر[١]

(ساعة/يوم)

الشهر / المحطة	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
اسكندرية	٦,٥	٨,١	٨,٥	٩,٤	١٠,٩	١١,٩	١٢,٢	١١,٧	١٠,٨	٩,٧	٧,٩	٦,٦
بورسعيد	٦,٩	٨,١	٨,٣	٩,٣	١٠,٦	١٢,٠	١١,٨	١١,٥	١٠,٤	٩,٣	٧,٩	٦,٩
طنطا	٧,١	٨,٤	٨,٩	٩,٨	١١,٠	١١,٧	١٢,٠	١١,٢	١٠,٧	٩,٤	٨,٣	٧,٨
القاهرة	٧,٤	٨,٢	٩,٠	١٠,٢	١٠,٧	١٢,١	١٢	١١,٥	١٠,٦	٩,٥	٨,٢	٦,٨

٢- يتراوح أكبر متوسط شهرى لعدد ساعات سطوع الشمس بين ١٢,١ ساعة/يوم

(١) الهيئة العامة للارصاد الجوية – المعدلات المناخية – بيانات غير منشورة.



شكل رقم (١٧) المتوسط الشهري لعدد ساعات سطوع الشمس بشمالي مصر

فى القاهرة (يوليو) وهو ما يعادل نحو ٨٥,٨٪ من طول النهار، ١٢,٢ ساعة / يوم فى الاسكندرية (يوليو) وهو مايعادل نحو ٨٧,١٪ من طول النهار، وبمدى مقداره ٠,١ ساعة (٦ دقائق) بينهما.

٣- تبلغ مدة سطوع الشمس أدناها فى فصل الشتاء وبالتحديد خلال شهر يناير حيث تختفى الشمس وراء السحب لمدة أطول من نظيرتها فى فصل الصيف الذى، تبلغ فيه مدة سطوع الشمس أقصاها.

٤- تزداد مدة سطوع الشمس اليومية تدريجيا بالاتجاه جنوباً بعيداً عن خط الساحل خلال شهور الشتاء حيث يكون غطاء السحب أكثف فى النطاقات الشمالية القريبة من الساحل عن تلك البعيدة عنه، فى حين تكون مدة سطوع الشمس اليومية متقاربة ومتشابهة على جميع نطاقات شمالى مصر خلال شهور الصيف حيث تتشابه ظروف صفاء السماء وخلوها من غطاء السحب.

المثال الثاني.. توزيع المتوسط الشهري لدرجة حرارة الهواء:

يوضح الجدول التالى رقم (٣٧) توزيع المتوسط الشهرى لدرجة حرارة الهواء على شمالى مصر، ويمكن تمثيل بياناته بطريقة المنحنيات الدائرية كما هو موضح بالشكل رقم (٧٢)، والذى يمكن من تتبعه ملاحظة مايلى:

١- يعد يناير أكثر شهور السنة انخفاضاً فى درجة الحرارة، ويرجع ذلك إلى أنه يعد أكثر شهور الشتاء (ديسمبر - يناير - فبراير) تعرضاً لحدوث موجات البرد الشديد التى ترتبط بمرور الانخفاضات الجوية الشتوية والتى من شأنها أن تجعل الرياح الباردة تندفع فى أعقابها مارة بالسواحل الشمالية وأحياناً تمتد إلى المناطق الداخلية الجنوبية.

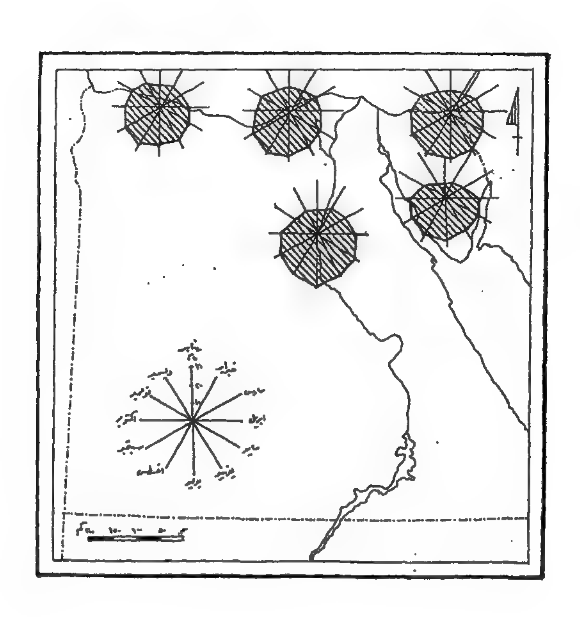
٢- يبدأ الارتفاع التدريجى فى درجات الحرارة مع بداية فصل الربيع فى شهر مارس إلا أن هذا التدرج يكون بطيئاً جداً ويظهر ذلك عند مقارنة درجة حرارة شهر فبراير (نهاية فصل الشتاء) بدرجة حرارة شهر مارس (بداية فصل الربيع) حيث لايوجد فرق كبير بينهما، إذ لا يزيد الفرق بين معدليهما فى أى محطة عن ٣,١ درجة مئوية.

جدول رقم (٣٧) توزيع المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة علي محطات الارصادالجوية بشمالي مصر

المحطة / الشهر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
السلوم	١٣,٩	١٤,٩	١٦,٨	١٨,٦	٢١,٦	٢٤,٨	٢٦,١	٢٦,٥	٢٤,٨	٢٢,٦	١٩,٧	١٥,٦
مرسى مطروح	١٢,٦	١٣,٢	١٤,٧	١٧,٦	٢٠,١	٢٣,١	٢٤,٩	٢٥,٦	٢٤,٤	٢٢,٠	١٩,٤	١٤,٤
اسكندرية	١٣,٧	١٤,٠	١٥,٦	١٨,٣	٢١,٤	٢٤,٢	٢٦,١	٢٦,٧	٢٥,٣	٢٢,٨	١٩,٣	١٥,٢
رشيد	١٣,٠	١٣,٨	١٥,٥	١٨,٠	٢٠,٦	٢٤,٣	٢٥,٧	٢٦,٣	٢٤,٥	٢٢,٥	١٨,٩	١٥,٢
دمياط	١٣,٧	١٤,٠	١٥,٥	١٨,٦	٢٢,٨	٢٤,٦	٢٦,٢	٢٦,٣	٢٤,٧	٢٣,٤	١٨,٩	١٥,٤
بورسعيد	١٤,١	١٤,٩	١٦,٥	١٨,٩	٢٢,١	٢٤,٩	٢٦,٧	٢٦,٣	٢٦,١	٢٤,٣	٢٠,٨	١٦,٣
العريش	١٣,٨	١٤,٥	١٦,٠	١٨,٥	٢١,٥	٢٣,٩	٢٥,٩	٢٦,٥	٢٥,١	٢٣,٢	١٩,٨	١٥,٨
الدخل	٨,٧	١٠,٣	١٣,٥	١٧,٦	٢١,٨	٢٣,٤	٢٤,٧	٢٥,٤	٢٣,٥	٢٠,٨	١٤,٧	٩,٦
المنصورة	١٢,٥	١٢,٨	١٥,٧	١٩,٩	٢٣,١	٢٥,٩	٢٦,٩	٢٦,٨	٢٥,٥	٢٣,٣	١٩,٢	١٤,٤
الزقازيق	١٢,١	١٢,٩	١٥,٨	١٩,٥	٢٢,٨	٢٥,٩	٢٦,٦	٢٦,٤	٢٤,٧	٢٢,٣	١٨,٢	١٣,٦
طنطا	١٢,٩	١٣,٨	١٦,٢	١٩,٣	٢٣,١	٢٥,٠	٢٦,٥	٢٦,٨	٢٤,٨	٢٢,٦	١٨,٩	١٤,٧
غ. النوبارية	١٢,٦	١٢,٨	١٥,٩	٢٠,٣	٢٣,٨	٢٤,٧	٢٦,٣	٢٥,٢	٢٤,٢	٢٢,٨	١٨,٦	١٤,٧
القاهرة	١٣,٥	١٤,٨	١٧,٧	٢١,٢	٢٤,٨	٢٧,٠	٢٨,٣	٢٨,٢	٢٦,٢	٢٣,٨	٢٤,٠	١٥,٥

وترتفع درجة الحرارة خلال شهر ابريل دائما عن مثيلاتها خلال شهر مارس ويرجع ذلك إلى إنخفاض عدد الموجات الباردة خلال شهر مارس وكثرة مرور الانخفاضات الخماسينية فى شهر ابريل التى تجذب معها موجات حرارية شديدة ترتفع على أثرها درجة الحرارة كثيرا عن معدلها، وترتفع درجة الحرارة فى شهر مايو ارتفاعا ملحوظا عن مثيلتها فى شهر إبريل لأنه يعتبر أكثر الشهور تعرضا لحدوث موجات حارة جدا تأتى بها رياح الخماسين والتى يكون أثرها فى هذا الشهر شديدا عنها فى أى شهر آخر.

وترتفع معدلات درجة الحرارة خلال فصل الربيع فى الجهات الداخلية عنها فى الجهات الساحلية، ويرجع ذلك إلى زيادة تأثير رياح الخماسين الحارة فى الجهات الداخلية عنها فى الجهات الساحلية، بالإضافة إلى الإرتفاع السريع



شكل رقم (٧٢) توزيع المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة في شمالي مصر

فى درجة حرارة اليابس فى الجهات الداخلية عنها فى الجهات الساحلية التى يظهر فيها تأثير البحر الملطف بوضوح مع بداية فصل الربيع.

٣- يعد فصل الصيف (يونيو - يوليو - أغسطس) أكثر فصول السنة استقرارا فى درجة الحرارة وأقلها تقلبا فى نظامها، كما أنه أشدها حرارة ويرجع ذلك أساسا إلى اختفاء الانخفاضات الجوية فى هذا الفصل.

ويظهر أثر البحر المتوسط خلال شهور الصيف واضحا فى تلطيف درجة الحرارة بالجهات الساحلية، يساعد على ذلك هبوب الرياح الشمالية بانتظام وبخاصة خلال شهرى يوليو وأغسطس حيث ترتفع درجة الحرارة بشكل تدريجى بالبعد عن البحر والاتجاه نحو الداخل.

ويعد شهر أغسطس أشد شهور السنة حرارة، ويليه شهر يوليو، ولو أن عكس ذلك يظهر فى محطات المنصورة والزقازيق وغرب النوبارية والقاهرة حيث يزداد معدل شهر يوليو زيادة طفيفة جدا عن معدل شهر أغسطس (لاتتجاوز ١,١ درجة مئوية) ويرجع ذلك إلى تقهقر فترة تسخين الأرض بفعل أشعة الشمس فى الجهات الداخلية فتظهر درجة حرارة شهر يوليو بها مرتفعة عن أى شهر آخر، فى حين يتأخر هذا الارتفاع حتى أغسطس فى الجهات الساحلية حيث ترتفع درجة حرارة مياه البحر المتوسط ببطء أثناء شهور الصيف عن اليابس المجاور.

٤- يبدأ فصل الخريف فى شهر سبتمبر إلا أن الملاحظ أن درجة حرارة هذا الشهر لا تقل كثيرا عن مثيلتها خلال كل من يوليو وأغسطس بل أنها فى جميع محطات الجهات الساحلية تزيد عن درجة حرارة شهر يونيو وتقل فى محطات الجهات الداخلية بحيث لا يتجاوز انخفاضها ١,٣ درجة مئوية، ويرجع ذلك إلى تأخر ارتفاع درجة حرارة مياه البحر المتوسط نتيجة بطء اكتسابها للحرارة عن اليابس المجاور، لذلك تحتفظ بحرارتها مرتفعة أثناء نهاية فصل الصيف وبداية فصل الخريف. وتبعا لاتجاه التيارات الهوائية

المارة على مياه البحر فانها تنقل معها حرارة المياه إلى الجهات الساحلية مما يساعد على رفع درجة حرارة الهواء بهذه الجهات.

وفى الحالات التى يزيد فيها معدل حرارة شهر يونيو عن مثيله فى شهر سبتمبر - حيث يظهر ذلك فى الجهات الداخلية فيكون السبب فى ذلك هو سيادة الرياح الجنوبية شديدة الحرارة التى تهب فى مقدمة الانخفاضات الربيعية والتى تؤدى إلى ارتفاع درجة الحرارة فى تلك الجهات ويمتد أثرها حتى شهر يونيو مما يرفع من درجة الحرارة خلاله عن معدل حرارة شهر سبتمبر.

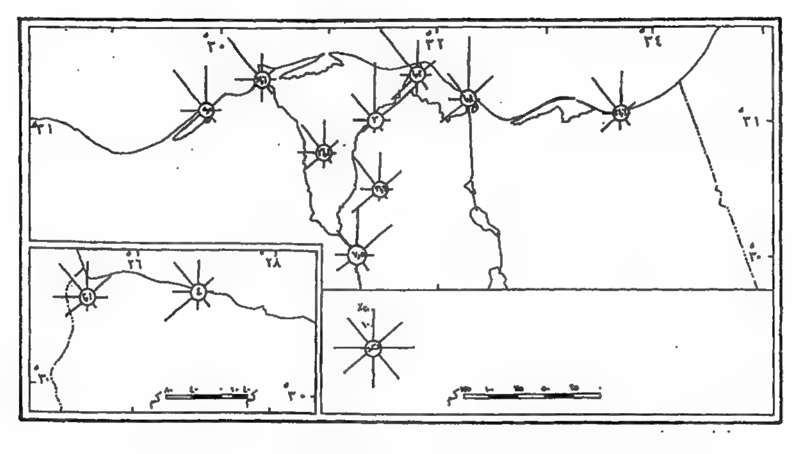
المثال الثالث.. توزيع المعدلات السنوية لنسب اتجاهات الرياح:

يوضح الجدول رقم (٣٨) توزيع المعدلات السنوية لنسب اتجاهات الرياح فى شمالى مصر، ويمكن تمثيل بياناته باستخدام وردة الرياح البسيطة كما هو موضح بالشكل رقم (٧٣) والذى يمكن من تتبعه ملاحظة مايلى:

جدول رقم (٣٨) المتوسطات السنوية للنسب المئوية لاتجاهات الرياح السطحية بشمالي مصر[١]

المحطة	ش	ش ق	ق	ج ق	ج	ج غ	غ	ش غ	السكون
السلوم	١٧,٢	١٦,٤	٦,١	٣,٤	٣,٨	١٠,٩	١٧,٠	٢٣,١	٢,١
مرسى مطروح	١٥,٨	٧,٧	٤,٠	٦,٨	٦,٩	٢١,٣	١٣,٣	٢٠,٢	٤,٠
اسكندرية	٢٣,٣	٩,٧	٣,٢	٤,٤	٣,٥	٩,٩	١٢,٣	٢٨,٣	٥,٥
رشيد	١٢,١	٦,٩	٢,٧	٥,٠	٨,٧	٤,٧	١٣,٠	٢٧,٣	١٩,٦
دمياط	١٧,٩	٩,٧	٣,٦	٦,٠	٦,٢	١٦,٦	٥,٦	٣٣,٢	١,٢
بورسعيد	٣٣,١	١٤,٥	٢,٣	٢,٨	٣,٣	١٨,٤	٧,٩	١٤,٩	١,٨
العريش	٢١,٣	٥,٧	٠,٨	٤,٠	٥,٦	١١,٤	٦,٧	٢٢,٩	٢١,٦
المنصورة	٣٠,٣	٢٦,٢	٥,٦	٢,٨	٢,٤	٦,٤	٨,٦	١٤,٧	٣,٠
الزقازيق	١٧,٩	١٣,٩	٢,١	٢,٧	١,٨	١٦,٥	٦,٦	٢١,٦	١٦,٩
طنطا	١٤,٠	٦,٠	٣,٢	٢,١	٢,٥	٨,٩	١١,٢	١٨,٠	٣٤,١
القاهرة	٢٥,٦	٢٢,٥	٣,٩	٦,٠	٤,٧	٩,٧	٨,٠	١٢,١	٧,٥

(١) الهيئة العامة للارصاد الجوية - المصدر السابق.



شكل رقم (٧٢) توزيع المتوسطات السنوية للنسب المئوية لاتجاهات الرياح السطحية وشمالي مصر

١- تعد الرياح الشمالية بأنواعها الشماليةوالشمالية الغربية والشمالية الشرقية هى السائدة فى شمالى مصر لارتفاع نسبة هبوبها طول العام، وتكون السيادة للرياح الشمالية الغربية فى جميع الجهات عدا مرسى مطروح وبورسعيد والمنصورة والقاهرة حيث تكون السيادة للرياح الجنوبية الغربية فى الأولى وللرياح الشمالية فى المحطات الثلاث الأخيرة، وسبب ذلك هو تأثر منطقةمرسى مطروح بالانخفاضات الجوية المارةعبر الصحراء الغربية فى أغلب فترات السنة فى حين تتأثر النطاقات الأخرى بالهواء من آسيا وجنوب أوربا فى معظم فترات السنة.

٢- بالنسبة للرياح الجنوبية بأنواعها فالملاحظ أن الرياح الجنوبية الغربية هى أكثرها سيادة، وترتبط بالانخفاضات الجوية المارة عبر الصحراء الغربية على وجه الخصوص، مما يسبب رياحا خماسينية حارة محملة بالغبار، وتشكل الرياح الجنوبية الغربية خطرا كبيرا على الأرض الزراعية الواقعة عند الهوامش فى مواجهة الأراضى الصحراوية، فالأراضى الزراعية الواقعة عند الهوامش الغربية للدلتا تكون عرضة للتأثر بهذه الرياح أكثر من أية مواقع أخرى، لذا كان من الضرورى زراعة مصدات للرياح من أشجار الجازورينا على حدود الأحواض الزراعية للدلتا - لتقى المحاصيل الزراعية من الأضرار التى تسببها هذه الرياح شديدة الحرارة والمحملة بالأتربة والرمال.

٣- يلاحظ أن نسبة حالات هدوء الهواء وسكونه تكون مرتفعة بشكل ملحوظ فى محطات رشيد والعريش والزقازيق وطنطا. ويرجع ذلك إلى الظروف المحلية وما يتعلق بموقع كل محطة مما يكون له تأثير فى نظام هبوب الرياح فى مواقع هذه المحطات.

المثال الرابع .. توزيع المعدلات الشهرية لكمية المطر:

يوضح الجدول رقم (٣٩) توزيع المعدلات الشهرية لكمية الأمطار الساقطة على شمالى مصر، ويمكن تمثيل بياناته باستخدام الأعمدة البيانية البسيطة كما هو موضح بالشكل رقم (٧٤) والذى يمكن من تتبعه ملاحظة مايلى:

جدول رقم (٣٩) المتوسطات الشهرية لمجموع كمية الأمطار الساقطة (مم)[١]

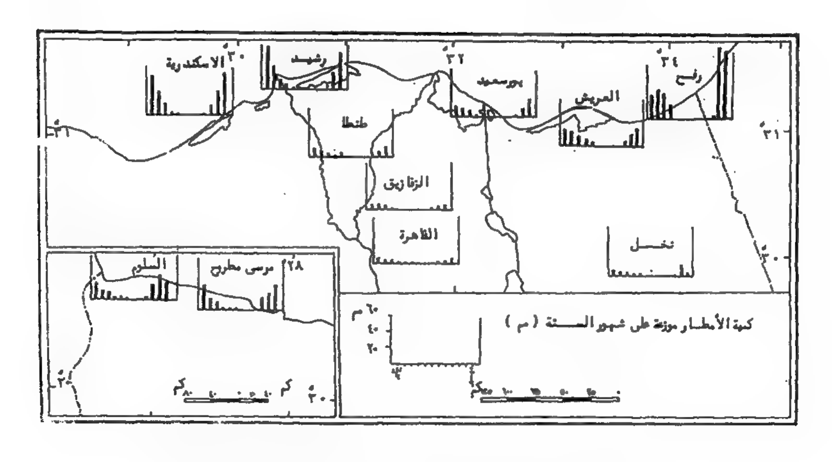
الشهر / المحطة	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
السلوم	١٩,٠	١٠,٣	٩,٨	٢,٦	٤,١	٠,٤	–	–	١,٨	١٧,٨	٢٩,٨	١٧,٩	١١٣,٥
مرسى مطروح	٣١,٧	١٥,٥	١١,٧	٢,٣	٣,٠	٢,٥	–	–	١,٢	١٨,٧	٢٤,٢	٢٩,٥	١٤٠,٣
اسكندرية	٥٢,٦	٢٧,١	١٢,٤	٢,٩	١,٧	–	–	٠,٣	١,٢	١٠,٣	٣٣,٢	٥٢,٨	١٩٤,٥
رشيد	٥٦,٣	٢٨,٩	١١,٧	٥,٨	٢,٥	أثر	–	٠,٢	٠,٦	١٠,٧	٢٦,٦	٥٠,٠	١٩٠,٨
دمياط	٢٣,١	١٧,٨	١٠,٣	٢,٥	–	–	–	–	–	٢,٤	٩,٢	١٧,٧	٨٣,٠
بورسعيد	١٢,٤	١١,٣	٨,٥	٢,٧	٢,٦	–	–	–	٠,٢	٧,٣	٩,١	١٧,٦	٧١,٧
العريش	٢٠,٣	١٧,١	١٢,٨	٦,١	٣,٢	–	–	٠,٢	٠,٦	٦,٠	١٦,٢	٢٢,٢	١٠٤,٧
رفح	٣١,٣	٣٧,٢	٣٤,٦	١٤,٢	٠,١	–	–	–	–	٢,٢	٩٤,٥	٩٠,٠	٣٠٥,٠
النخل	١١,٣	٦,٦	٣,٣	١,٤	أثر	أثر	–	–	أثر	٣,٨	٧,٦	٥,٢	٣٩,٢
المنصورة	١٢,١	٩,٨	٧,٧	٣,٤	–	–	–	–	–	٣,٣	٦,١	٩,٢	٥١,٦
الزقازيق	٥,٢	٥,١	٤,٣	١,٦	–	–	–	–	–	١,٩	٤,٤	٥,٦	٢٨,١
طنطا	١٠,٢	٧,٠	٤,٧	٢,٠	٤,٢	–	–	–	٠,٢	٤,١	٤,٢	٩,٧	٤٦,٣
القاهرة	٥,٢	٣,٩	٢,٤	٠,٩	٠,٧	٠,٢	–	–	–	١,٢	٣,٢	٦,٧	٢٤,٤

١- تنقسم شهور السنة تبعا لسقوط الأمطار إلى فصلين أحدهما قليل المطر جدا وهو فصل الجفاف والآخر مطير، ويتركز الأول حول أشهر فصل الصيف وبالتحديد من نهاية الربيع حتى بداية الخريف (مايو – سبتمبر) وهى أشهر الحرارة المرتفعة بحيث يقع شهر سبتمبر عند نهاية فصل الجفاف وقريبا من بداية فصل المطر، ويقع شهر مايو عند نهاية فصل المطر وبالقرب من بداية فصل الجفاف.

ويتركز فصل المطر حول أشهر الشتاء وبالتحديد من نهاية الخريف حتى أوائل الربيع (أكتوبر – ابريل) وهى فترة تتميز بالحرارة المنخفضة والرطوبة المرتفعة.

---

(١) الهيئة العامة للارصاد الجوية – المصدر السابق.



شكل رقم (٧٤) توزيع المتوسطات الشهرية لكمية الامطار الساقطة في شمالي مصر

٢- يبدأ فصل المطر الحقيقى فى جميع المحطات تقريبا خلال شهر أكتوبر وينتهى فى مايو وتزداد كمية المطر زيادة كبيرة فى شهر نوفمبر عن شهر أكتوبر لكثرة العواصف الرعدية التى يقترن بها عادة سقوط الأمطار الغزيرة، وذلك لأن طبقات الهواء السفلى تكون دفيئة فى ذلك الوقت من السنة لذا تحمل كمية أكبر من الرطوبة فإذا هب تيار هوائى بارد فان اختلاف خصائص الكتلتين الهوائيتين يؤدى إلى حدوث عاصفة رعدية يمتد هبوبها لمدة أربعة أو خمسة أيام، ورغم أن ديسمبر ويناير يعدان أكثر شهور السنة مطرا إلا أن غزارة المطر فى كل منهما على حدة لا تصل إلى مثيلتها فى أكتوبر ونوفمبر اللذين اذا سقط المطر فيهما يكون أكثر غزارة من أى شهر آخر من شهور السنة ويرجع ذلك إلى أن الهواء يكون حينئذ أكثر دفء ويستطيع أن يحمل رطوبة أكثر خلال الشهرين الأخيرين عنه فى ديسمبر ويناير.

٣- تعد النطاقات الساحلية أكثر الجهات مطرا، فمعظم الأمطار التى تسقط على الساحل تأتى بها رياح تتراوح بين الشمالية والشمالية الغربية، وقد تسقط أحيانا مع العواصف التى تهب من الجنوب الغربى، وتتباين كمية الأمطار فى الجهات الساحلية تبعا لمدى تأثير الرياح الرطبة وتوغلها داخل اليابس، فتتراوح كمية الأمطار السنوية بين ١١٣,٥مم و ١٩٤,٥مم وذلك على الساحل الشمالى فى النطاق الممتد بين السلوم والاسكندرية وبين ١٩٤,٥ مم، ١٩٠,٨مم بين الاسكندرية ورشيد، بينما تتراوح بين ١٩٠,٨مم، ٧١,٧مم فى بورسعيد وسبب إنخفاض كمية الأمطار هنا هو أن الساحل الذى يمتد فى شكل قوس بين رشيد وبورسعيد وفى اتجاه عام من الشمال الغربى إلى الجنوب الشرقى (بين دمياط وبورسعيد) لا يلائم سقوط الأمطار لأن الرياح الممطرة لا تهب متعامدة عليه بل تكون موازية له مما يؤدى إلى قلة المطر بمعدل متزايد من رشيد غربا وحتى بورسعيد شرقا، ففى حين تبلغ كمية المطر فى رشيد ١٩٠,٨مم تبلغ فى دمياط ٨٣ بينما لاتتجاوز ٧١,٧ مم فى بورسعيد.

وتتراوح كمية الأمطار السنوية بين ٧١,٧مم فى بورسعيد، ٣٠٥ مم فى رفح حيث يعد النطاق المحصور بين العريش ورفح أغزر نطاقات شمالى مصر مطراً (الركن الشمالى الشرقى من شبه جزيرة سيناء) وتتراوح كمية الأمطار السنوية الساقطة على هذا النطاق بين ١٠٤,٧مم فى العريش، ٢٠٠ مم فى الشيخ زويد، ٣٠٥ مم فى رفح، وسبب ذلك هو أن الرياح الشمالية الغربية والغربية التى تحمل الأمطار تهب عمودية على خط الساحل الممتد من الجنوب الغربى والشمال الشرقى فيكون ذلك سببا فى سقوط قدر كبير من الأمطار على هذا النطاق.

وبناء على ما سبق ذكره يعد نطاقى الساحل الشمالى الغربى الممتد من الضبعة وحتى السلوم غربا، وشمالى سيناء من أغرز نطاقات شمالى مصر مطرا، وبحكم موقعهما خارج نطاق دلتا النيل وصعوبة وصول مياه النيل إلى أراضيهما لاستغلالها فى رى الأراضى الصالحة للزراعة أصبح الاعتماد على مياه الأمطار فى الزراعة هى سمة كل من هذين النطاقين.

٤- تأخذ كمية الأمطار فى التناقص بالاتجاه جنوبا بعيدا عن خط الساحل، لأن الرياح الشمالية الغربية الممطرة تفقد رطوبتها بالتوغل صوب اليابس جنوبا، والملاحظ أن كمية الأمطار السنوية لا تتناقص بانتظام فى نفس الاتجاه، فبينما تبلغ فى رشيد ١٩٠,٨ مم نجدها تبلغ ٩٣,٦مم فى دمنهور، ٢٤,٤مم فى القاهرة، وبينما تبلغ ٥٠,٥ مم فى كفر الشيخ تصل ٤٦,٣ مم فى طنطا، أما فى دمياط فتكون ٨٣ مم تنخفض إلى ٥١,٦مم فى المنصورة و ٢٨,١ مم فى الزقازيق، وفى حين تبلغ ١٠٤,٧ مم فى العريش تصل إلى ٢٣ مم فى نخل. ومعنى ذلك أن الأراضى التى تسقط عليها كميات واضحة من الأمطار (أكثر من ١٠٠ مم / سنة) لا تشكل إلا نسبة ضئيلة جدا من مساحة شمالى مصر، ويلاحظ أن كميات المطر لا تتدرج بانتظام تجاه النطاقات الداخلية بالبعد عن خط الساحل وإنما تقل بشكل فجائى، وتؤدى قلة المطر السنوية على هذا النحو إلى وضع أراضى شمالى مصر ضمن الأراضى الجافة.

خرائط خطوط التساوي:

تستخدم خطوط التساوى فى تمثيل البيانات المناخية لمعظم عناصر المناخ على الخرائط، حيث تربط خطوط التساوى بين القيم المتساوية لعنصر المناخ المطلوب تمثيله، - كما سبق توضيحه فى الفصل الرابع - ويتم تحليل خريطة خطوط التساوى بالتعرف على إتجاه الزيادة أو النقصان فى قيم الخطوط، وتباين المسافة بين الخطوط فكلما كانت متقاربة أكثر دل ذلك على شدة التغير فى عنصر المناخ، وكلما كانت متباعدة أكثر دل ذلك على ضعف التغير فى عنصر المناخ، كما يمكن حساب معدل التغير فى قيم عنصر المناخ عن طريق تفسير العلاقة بين الفارق فى قيم خطين متتالين والمسافة الحقيقية بينهما. ويمكن التدليل على ذلك بمتابعة المثال التالى.

مثال .. توزيع المتوسط السنوي للرطوبة النسبية

يوضح الجدول التالى رقم (٤٠) توزيع المتوسط السنوى للرطوبة النسبية فى مصر، ويمكن تمثيل بياناته بطريقة خطوط التساوى كما هو موضح بالشكل رقم (٧٥) الذى يمكن من تتبعه ملاحظة مايلى:

جدول رقم (٤٠) توزيع المتوسط السنوي للرطوبة النسبية في مصر [١]

المحطة	اسكندرية	بورسعيد	القاهرة	الفيوم	المنيا	أسيوط	الأقصر	أسوان	البحرية	الفرافرة	الداخلة	الخارجة	الغردقة	القصير
الرطوبة النسبية	٦٨,٦	٧٠,٢	٥٧,٢	٥١,٢	٥٠,٢	٤٣,٢	٤٠,٠	٣٢,٢	٤٠,٦	٣٣,٤	٣١,٨	٣٣,٨	٤٥,٩	٥٠,٢

يتراوح المتوسط السنوى للرطوبة النسبية بين ٦٨,٦ ٪ فى الاسكندرية، ٢٣,٣ ٪ فى أسوان بمدى يبلغ ٤٥,٣ ٪، ويعنى ذلك أن الرطوبة النسبية تقل بالاتجاه جنوباً بدءاً عن خط ساحل البحر المتوسط وهو أمر طبيعى باعتبار أن البحر المتوسط هو مصدر تلك الرطوبة حيث يساعد ارتفاع درجة حرارة الجهات الساحلية وبخاصة أثناء شهور الصيف على زيادة نشاط عملية التبخر من مياه البحر فيبقى الهواء مشبعاً ببخار الماء، ويحمل نسيم البحر والرياح الآتية من جهة البحر كميات كبيرة من بخار الماء إلى الجهات الساحلية فتعمل على ارتفاع نسبة الرطوبة فى الهواء بالجهات الساحلية بالمقارنة بالجهات الداخلية البعيدة عن المسطحات البحرية.

خرائط الأقاليم المناخية:

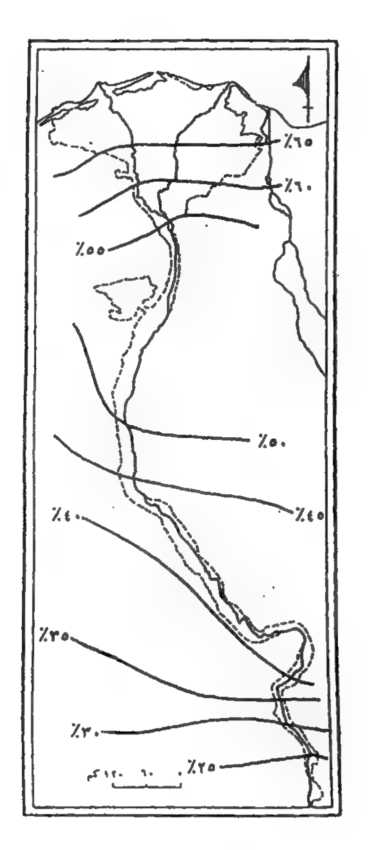
ويقصد بها تقسيم نطاق من سطح الأرض إلى أقاليم لكل منها خصائصه المناخية العامة التى تميزه عن الاقليم الآخر.

وتعتمد عملية التقسيم على أسس كمية وإحصائية تتناول بيانات العناصر المناخية التى سيعتمد عليها التصنيف والتى ترصدها محطات الأرصاد الجوية الموزعة على مساحة الاقليم، ثم يتم تصنيف النتائج فى مجموعات مترابطة ومتشابهة فى الخصائص المناخية، ويمثل بذلك لكل منها اقليم مناخى معين.

ويمكن تقسيم سطح الأرض إلى أقاليم إعتماداً على التباين فى عنصر واحد

---

(١) الهيئة العامة للارصاد الجوية – المصدر السابق.



شكل رقم (٧٥) توزيع المتوسط السنوي للرطوبة النسبية في مصر

من عناصر المناخ، فعلى سبيل المثال يمكن تقسيم العالم إلى أقاليم مطرية اعتماداً على توزيع متوسط كمية الأمطار السنوية، وفى هذه الحالة يتم رسم خطوط المطر المتساوى اعتماداً على متوسطات كمية الامطار السنوية الموزعة على محطات الأرصاد الجوية فى العالم، ثم يتم تظليل أو تشهير المساحات بين خطوط التساوى تظليلاً أو تشهيراً متدرجاً تبعا لتدرج قيم خطوط التساوى، ويصبح كل ظل دالاً على اقليم مطر معين يرتبط بقيم معينه من كميات الأمطار السنوية – شكل رقم (٧٦).

فيتضح من الشكل رقم (٧٦) أنه يمكن تقسيم العالم إلى خمسة أقاليم مطرية على النحو التالى:

١ – أقاليم جافة.. وتشمل جميع النطاقات التى ينخفض فيها معدل كمية المطر السنوى إلى أقل من ٢٥سم.

٢ – أقاليم شبه جافة.. وتشمل النطاقات التى يتراوح فيها معدل كمية المطر السنوى بين ٢٥ ، ٥٠ سم.

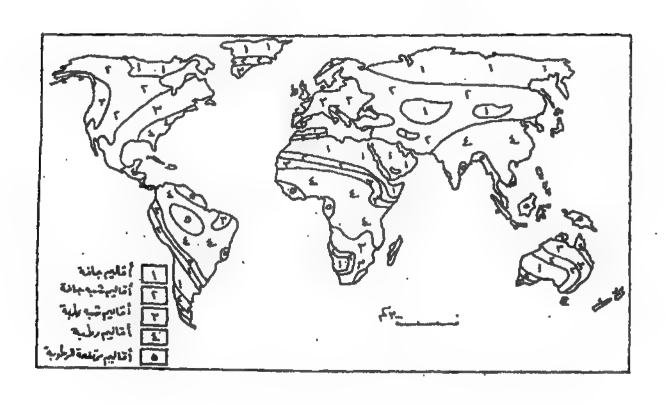
٣– أقاليم شبه رطبه.. وتشمل النطاقات التى يتراوح فيها معدل كمية المطر السنوية بين ٥٠، ١٠٠ سم.

٤ – أقاليم رطبة.. وتشمل النطاقات التى يتراوح فيها معدل كمية المطر السنوى بين ١٠٠، ٢٠٠سم.

٥– أقاليم مرتفعة الرطوبة.. ويرتفع فيها معدل كمية المطر السنوى إلى أكثر من ٢٠٠ سم.

ويمكن تقسيم الأقاليم المناخية اعتماداً على حساب العلاقة بين عنصرين أو أكثر من عناصر المناخ، مثل مؤشر الرطوبة الذى يمكن حسابه بالصيغة التالية:

$$\text{مؤشر الرطوبة} = \frac{\text{المتوسط السنوى للامطار (مم)}}{\text{المتوسط السنوى لدرجة الحرارة (°م)}}$$



شكل رقم (٧٦) توزيع أقاليم المطر علي سطح الأرض

أو اعتماداً على مؤشر الجفاف الذى يمكن حسابه بالصيغة التالية:

$$\text{مؤشر الجفاف لديمارتون} = \frac{\text{المتوسط السنوى للامطار (مم)}}{\text{المتوسط السنوى لدرجة الحرارة (°م)} + 10}$$

ويمكن تقسيم الاقاليم المناخية أعتماداً على ثلاثة متغيرات مثل حساب العلاقة بين عنصرى الأمطار والحرارة وربطهما بالاقاليم المناخية، أو اعتماداً على أكثر من ثلاثة متغيرات.

وتزداد عملية تقسيم الأقاليم المناخية صعوبة كلما زادت المتغيرات التى تعتمد عليها عملية التقسيم وتكون النتيجة عدد أكبر من الأقاليم، وفى حالة الأخذ فى الاعتبار جميع أو معظم العناصر المناخية عند التقسيم ستكون النتيجةعدداً لا حصر له من الأقاليم المناخية، وبالتالى كلما إنخفض عدد المتغيرات المناخية التى يعتمد عليها التقسيم كلما كان من السهل عمل مجموعات تشترك فى خصائص تلك المتغيرات المناخية مع ملاحظة أنه فى هذه الحالة يتجه التقسيم إلى العمومية.

وأتاح استخدام تطبيقات الحاسب الآلى فى المناخ استخدام التحليل الاحصائى العاملى Factor Analysis أو التحليل الإحصائى التجميعى Cluster Analysis المتوفران فى برامج التحليل الاحصائى مثل البرنامج الشهير (SPSS) تقسيم المجموعات المناخية التى تشترك فى خصائص مناخية متشابهة مع الأخذ فى الاعتبار تعدد العناصر المناخية التى يمكن استخدامها فى التحليل، وقد أصبحت بذلك الأقاليم المناخية أكثر دقة ووضوح.

المراجـع

قائمة المراجع

أولاً.. المراجع العربية:

١ -الهيئة العامة للارصاد الجوية بالقاهرة – المعدلات المناخية – بيانات غير منشورة.

٢- ــــــــــــــــــــــــــ الإدارة العامة للتحاليل – مركز التحاليل الرئيسى – نشرات التنبؤ الجوى – بيانات غير منشورة.

٣- ــــــــــــــــــــــــــ خرائط الطقس على مستويات مختلفة – بيانات غير منشورة.

٤- بدر الدين يوسف محمد أحمد – مشكلات التصنيفات المناخية – حالة المملكة العربية السعودية الندوة الجغرافية الرابعة لأقسام الجغرافيا بالمملكة العربية السعودية – مكة المكرمة – ديسمبر ١٩٩١.

٥- ج. مونييه ، ب. بانيى –ترجمة محمد إسماعيل الشيخ – الأقمار الصناعية والمناخ – مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية – الكويت – ١٩٨٢.

٦- عبد الله أحمد عبد الحكيم حداد – الأقمار الصناعية المستخدمة لدراسة الأحوال الجوية وتطبيقاتها فى المملكة العربية السعودية – الندوة الجغرافية الخامسة لأقسام الجغرافيا بجامعات المملكة – الرياض – ابريل ١٩٩٤.

٧- عبد القادر عبد العزيز على – الأقمار الصناعية المتيورولوجية – جامعة طنطا – ١٩٨٢.

٨- عبد الله أحمد سعد الطاهر – العواصف الرملية والغبارية وأثرها فى ترب الحقول الزراعية فى واحة الاحساء بالمملكة العربية السعودية – مجلة الجمعية الجغرافية السعودية – العدد ٢٤ – الرياض – ١٩٩٦.

٩-محمد ابراهيم محمد شرف – المناخ والزراعة فى شمالى مصر – دراسة فى الجغرافيا التطبيقية – رسالة دكتوراه غير منشورة – جامعة الاسكندرية – يناير ١٩٩١.

١٠- محمد ابراهيم محمد شرف - دراسات فى جغرافية المناخ التطبيقى - دار المعرفة الجامعية - الإسكندرية - ١٩٩٩.

١١- ـــــــــــــــــــ ، جغرافية المناخ والبيئة - دار المعرفة الجامعية - الاسكندرية - ٢٠٠٥.

١٢- محمد ابراهيم رمضان، محمد ابراهيم محمد شرف - الاتجاهات الحديثة فى الجغرافيا التطبيقية - دار المعرفة الجامعية - الاسكندرية - ٢٠٠٤.

١٣- محمد العبد الله الجراس - نماذج لتقدير متوسطات درجة الحرارة الشهرية فى المملكة العربية السعودية: تطبيق لتحليل العلاقة الاعتمادية المتدرجة - مجلة جامعة الملك سعود - المجلد ٣ - الآداب - ١٩٩١.

١٤- ـــــــــــــــــــ ، أنموذج لتقدير المتوسط الشهرى لكمية التبخر فى المملكة العربية السعودية مقارنة بأنموذجى بنمان وايفانوف - مجلة جامعة الملك عبد العزيز - الآداب والعلوم الإنسانية - المجلد ٥ - ١٩٩٢.

١٥- ـــــــــــــــــــ ، الأقاليم المناخية فى المملكة العربية السعودية - تطبيق مقارن للتحليل التجميعى وتحليل المركبات الأساسية - بحوث الجمعية الجغرافية السعودية - ١٣ - ١٩٩٢.

١٦- محمد إمبابى دسوقى - قياس إتجاه وسرعة الرياح - مجلة العلوم والتقنية - جامعة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية - العدد ٤٩ - الرياض - ١٩٩٩.

١٥- نعمان شحادة - المناخ العملى - الجامعة الأردنية - الأردن - ١٩٨٣.

١٧- يوسف عبد المجيد فايد - خرائط الطقس والمناخ بين الميترولوجيا والجغرافيا - مجلة الجمعية الجغرافية العربية - السنة الأولى - العدد الأولى - ١٩٦٨.

ثانياً ـ المراجع الأجنبية:

1- American Society of Photogramnetry, Manual of Remote Sensing, Second Edition, Vol I, II, 1983.

2- Arnold, R., H., Interpretation of Airphotos and Remote Sensed Imagery, U.S.A, 1997.

3- Atkinson, B., W., Dynamical Meteorology, and Introductory Selection, New York, 1981.

4- Bankert, R.L., Cloud Classidication of AVHRR Imagery in Martime Regions Using a Probabilitic Neural Net work, Journal of Applied Meteorology, vol. 33, August 1994, pp 909 - 917.

5- Battan, L., Fundamentals of Meteorolgoy, USA, 1979.

6- Burroughs, w., J., Watching the World's Weathers, Cambridge University Press, USA, 1991.

7- Duncan, C., Meteorology, Teacing and Technology, Geography vol. 76 (10) 1990 pp. 27 - 35.

8- Goïta, K., Royer, A., Land surface Climatology and Land Cover Change, Monitoring Since 1973 Over A North - Sahelian Zone, Geocarto International , vol.8, No.2, 1993,pp 15 - 27.

9- Harshvadhan, & others., The Interpretationof Remotely sensed cloud Properties from a Model Parameterization Perspective, Journal of Climate, vol. 7, December 1994, pp. 1987 - 1997.

10- Huschke, R. E., Glossary of Meteorology, Boston, 1970.

11- Koeppe, C.E., & De Long, G.C., Weather and Climate New York, 1958.

12- Haywood, I., Others, An Introduction to Geographical Information Systems - Second Edition, Prentice Hall, 1998.

13- Cole, W.F., Introduction to Meteorology, USA, 1980.

14-Landsberg, H., Physical Climatology,pennsylvania, 1969.

15- Lillesand, T., M., & Kiefer, P.W., Remote Sensing and Image Interpretation, New Yrok, 1994.

16- Mc Intosh, D. H., Meteorologicl Glossary, london, 1972.

17- Middletonm N., The Global Casino, An Introduction to Environment al Issues, Third Edition, London, 2003.

18- Moran, M., Morgan, D., Meteorology, The Atmospher and the Science of Weather, New York, 1991.

19- Musk, L.F., Weather system, New York, 1988.

20- Pearc, E.A., World Weather Guide, USA, 1990.

21- Richards, G.R., Change in Global Temperature: A Statistical Analysis, Journal of Climate, vol. 6, March 1993, pp. 546 - 558.

22- Riley, D., & Spolton, L., Wold Weahter and climate, cambridge, 1974.

23- Robinson, A., H., & Others , Elements of Cartography, Fifth Edition, U.S.A, 1984.

24- Saraber, T.H.. & Kroon, L., A Modern Tool for teaching dynamic meteorology, Meteorological magazine, 121, 1992, pp 260 - 264.

25- Sellers, A., & Robinson, P., Contemporary Climatology, New York, 1986.

26- Strahler. A., & Strahler, A., Elements of Physical Geography, Canada 1979.

27- Waliser, D.E., & Gautier, C., A Satellite - derived Climatolgy of the ITCZ, Journal of Climate, vol.6, November 1993, pp. 2162 - 2173.

28- World Meteorological Organization, WMO Space Progrmame, 2004.

محتويات الكتاب

الفصل الثالث : الرصد الجوي باستخدام الأقمار الاصطناعية

الباب الثاني
تمثيل بيانات الطقس والمناخ

الفصل الرابع : الرسوم البيانية المستخدمة في تمثيل بيانات الطقس والمناخ

الفصل الخامس :الرموز المستخدمة في تمثيل بيانات الطقس والمناخ

الباب الثالث
خرائط الطقس والمناخ

الفصل السادس: نموذج الطقس

الفصل السابع: خرائط الطقس

الفصل الثامن: التوقع بالطقس

الفصل التاسع خرائط المناخ


دار المعرفة الجامعية
طبع نشر توزيع


دار المعرفة الجامعية
طبع نشر توزيع


NOA
0322 UT
29/10/2000